

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-337498

(43)Date of publication of application : 10.12.1999

(51)Int.Cl.

G01N 21/88

(21)Application number : 10-144481

(71)Applicant : DAINIPPON SCREEN MFG CO  
LTD

(22)Date of filing : 26.05.1998

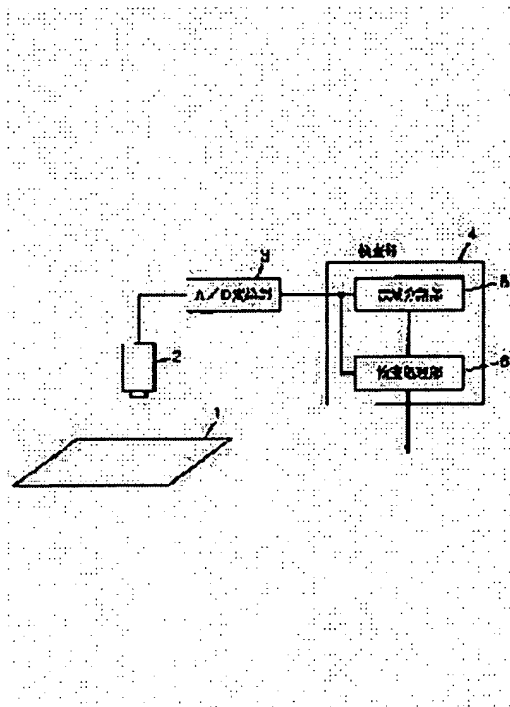
(72)Inventor : SASA YASUSHI

## (54) APPARATUS AND METHOD FOR INSPECTING PRINTED CIRCUIT BOARD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To inspect the defect of the pattern of a printed circuit board immediately before the mounting of parts.

**SOLUTION:** A printed circuit board inspecting apparatus is equipped with the area dividing part 5 discriminating the pattern areas on a printed circuit board with respect to the image of the printed board 1 taken by an input camera 2 and an inspection part 4 having an inspection treatment part 6 detecting the pattern areas. The area dividing part 5 forms area data on the basis of colors different at every pattern regions to output the same to the inspection processing part 6. The inspection processing part 6 detects a defect at every pattern region with proper inspection accuracy by applying different design routes at every pattern regions or applying a comparing inspection method using the comparing data with the normal reference image corresponding to the printed circuit board 1.



**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1]Test equipment of a printed circuit board which inspects existence of a defect of several pattern spaces which were formed in a printed circuit board, and from which a color differs mutually characterized by comprising the following.

An imaging means which picturizes said printed circuit board in which said two or more pattern spaces were formed.

An area identification means to discriminate each pattern space from a picture of said printed circuit board obtained by said imaging means based on a color of each pattern space of said printed circuit board.

An inspection means which inspects existence of a defect of each pattern space using an inspecting standard which was identified by said area identification means, and which was beforehand established for every pattern space.

[Claim 2]Test equipment of the printed circuit board according to claim 1, wherein said inspecting standard is a design basis which makes a geometric rule of a pattern.

[Claim 3]Test equipment of the printed circuit board according to claim 2 characterized by comprising the following.

A design-basis storing means in which said inspection means stores two or more design bases which correspond to two or more pattern spaces, respectively.

A selecting means which chooses a design basis corresponding to each pattern space from said design-basis storing means.

A judging means which judges existence of a defect of each pattern space based on a design basis with said selected selecting means.

[Claim 4]Test equipment of the printed circuit board according to claim 2 characterized by comprising the following.

A design-basis storing means which stores a design basis with said inspection means common to each pattern space.

A conversion method which changes a picture of each pattern space into a picture of resolution which was able to be defined beforehand, respectively.

A judging means which judges existence of a defect with the application of said design basis stored in said design-basis storing means to a picture of each pattern space obtained by said conversion method.

[Claim 5]Test equipment of the printed circuit board according to claim 1, wherein said inspecting

standard is an acceptable value of a difference of a pixel value of an image comparison and a picture of said printed circuit board obtained by said imaging means.

[Claim 6] Test equipment of the printed circuit board according to claim 5 characterized by comprising the following.

An acceptable value storing means which is further provided with an image comparison storing means which stores an image comparison, and stores two or more acceptable values to which said inspection means corresponds to two or more pattern spaces, respectively.

A selecting means which chooses an acceptable value corresponding to each pattern space from said acceptable value storing means.

A judging means which searches for a difference of a pixel value of a picture of each pattern space identified by said area identification means, and said image comparison stored in said image comparison storing means, compares an acceptable value with said selected selecting means with said difference, and judges existence of a defect of each pattern space.

[Claim 7] Test equipment of the printed circuit board according to claim 5 characterized by comprising the following.

An acceptable value storing means which is further provided with an image comparison storing means which stores an image comparison, and stores an acceptable value with said inspection means common to each pattern space.

A conversion method which changes a picture and said image comparison of each pattern space into a picture of resolution which was able to be defined beforehand.

A picture of each pattern space obtained by said conversion method.

A judging means which searches for a difference of a pixel value with an image comparison corresponding to this, compares with said difference an acceptable value stored in said acceptable value storing means, and judges existence of a defect in each pattern space.

[Claim 8] Test equipment of the printed circuit board according to claim 5 characterized by comprising the following.

An acceptable value storing means which is further provided with an image comparison storing means which stores two or more image comparisons which have the resolution according to each pattern space, and correspond to each pattern space, respectively, and stores an acceptable value with said inspection means common to each pattern space.

A selecting means which chooses said image comparison corresponding to each pattern space from said image comparison storing means.

A conversion method which changes a picture of each pattern space into a picture of resolution which was able to be defined beforehand.

A difference of a pixel value of a picture of each pattern space obtained by said conversion method based on a pattern space identified by said area identification means and said image comparison with said selected selecting means is searched for, A judging means which judges existence of a defect in each pattern space by comparing with said difference said acceptable value stored in said acceptable value storing means.

[Claim 9] Test equipment of the printed circuit board according to any one of claims 1 to 8, wherein said area identification means extends a pattern space with said severe inspecting standard to the pattern space side with said loose inspecting standard in a boundary part which two or more pattern spaces touch.

[Claim 10] An inspection method of a printed circuit board which inspects existence of a defect of several pattern spaces which were formed in a printed circuit board, and from which a color differs

mutually characterized by comprising the following.

A process of picturizing said printed circuit board in which said two or more pattern spaces were formed.

A process of identifying each pattern space obtained by said imaging step based on a color of each pattern space of said printed circuit board.

A process of inspecting existence of a defect of each pattern space using an inspecting standard which was identified by a process of identifying said pattern space and which was beforehand established for every pattern space.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the test equipment of a printed circuit board and the inspection method of a printed circuit board which conduct defect inspection of the pattern formed in the printed circuit board in front of component mounting.

[0002]

[Description of the Prior Art]Drawing 21 is a figure showing the manufacturing process and inspection process of a printed circuit board. In drawing 21, a printed circuit board is manufactured by each process (Steps S21-S25) of CAD data creation, pattern drawing, the pattern formation to a substrate, lamination and silk printing, and component mounting.

[0003]In a CAD data creation process (Step S21), circuit patterns which should be formed on a substrate using CAD (design support computer software), such as a signal wire, a power source wire, and line GND, and the pattern of a pad region are designed.

[0004]In a pattern drawing process (Step S22), based on the pattern information obtained by CAD, a pattern is drawn to a sensitive film, and a mask is created. In a pattern formation process (Step S23), the circuit pattern of a copper thin film is formed on the surface of a substrate using the mask created by the previous process. In lamination and a silk printing process (Step S24), a gold plate field and a silk field are created on a substrate.

[0005]At the process so far, the printed circuit board in which the predetermined pattern was formed is completed. In a component-mounting process (Step S25), electronic parts, such as a semiconductor chip, are mounted on a printed circuit board.

[0006]In the manufacturing process of the above-mentioned printed circuit board, various inspections are conducted according to each process. That is, after a CAD data creation process, the design rule inspection (Step S31) of whether the pattern created by CAD has agreed in the design rule (geometric designing rule) which defined the size between the line width of a pattern or a line etc. is conducted.

[0007]After a pattern drawing process, the film inspection (Step S32) which detects the existence of the defect of the pattern formed in the film is conducted using a film inspection machine.

[0008]After the pattern formation process to a substrate, the visual examination (Step S33) of the circuit pattern formed on the substrate is conducted using a visual inspection apparatus. It is preferred to conduct the inspection which applied a different judging standard according to the kind of target circuit pattern in this process. For example, in JP,2-66434,A, the method of inspecting by separating a signal line pattern and the other circuit pattern using a design data (CAD data) is indicated. In JP,7-83848,A, the method of inspecting by performing thinning and separating a signal line pattern and the other circuit pattern is indicated.

[0009]After a component-mounting process, the stored test (Step S34) which checks the mounted

state of parts is conducted.

[0010]In the manufacturing process of the conventional printed circuit board, the inspection which uses an inspection machine at lamination and a silk printing process was not conducted, but the check of the existence of adhesion of a foreign matter was performed by the visual inspection by an inspector.

[0011]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, these days, the method of carrying parts, such as a semiconductor chip, in the pattern on a substrate directly, and mounting them is used increasingly. For this reason, if the defect of a crack (crack) or a pattern arises in the pad region and wiring area by which direct continuation is carried out to parts, a product defect will arise. Then, to conduct the poor inspection of the pattern on a printed circuit board just before the component-mounting process (Step S25) to a printed circuit board top is desired.

[0012]The purpose of this invention is to provide the test equipment of a printed circuit board and the inspection method of a printed circuit board which conduct defect inspection of the pattern in the printed circuit board in front of component mounting.

[0013]

[The means for solving a technical problem and an effect of the invention] The test equipment of the printed circuit board concerning the 1st invention, The imaging means which picturizes the printed circuit board in which it is test equipment of the printed circuit board which inspects the existence of the defect of several pattern spaces from which a color differs mutually formed in the printed circuit board, and two or more pattern spaces were formed, An area identification means to discriminate each pattern space from the picture of the printed circuit board obtained by the imaging means based on the color of each pattern space of a printed circuit board, It has an inspection means which inspects the existence of the defect of each pattern space using the inspecting standard which was identified by the area identification means, and which was beforehand established for every pattern space.

[0014]In test equipment of a printed circuit board concerning the 1st invention, two or more pattern spaces formed in a printed circuit board inspect using the characteristic of having a color different, respectively. That is, based on a color of each pattern space, an area identification means identifies each pattern space to a picture of a printed circuit board obtained by picturizing a printed circuit board by an imaging means. And an inspection means inspects existence of a defect with suitable inspection accuracy for every pattern space by applying an inspecting standard beforehand established to each pattern space which an area identification means identified. For this reason, defective detection of a printed circuit board can be efficiently performed by applying a loose inspecting standard to a pattern space which applies a severe inspecting standard to a pattern space made into a problem also in a minute defect and with which a comparatively big defect is permitted.

[0015]In composition of test equipment of a printed circuit board concerning the 1st invention, test equipment of a printed circuit board concerning the 2nd invention is a design basis as which an inspecting standard specifies a geometric rule of a pattern.

[0016]In this case, since defect inspection of each pattern space is conducted using a design basis applied to each pattern space, it is detectable whether each pattern space is correctly formed in accordance with a design basis.

[0017]Test equipment of a printed circuit board concerning the 3rd invention, A design-basis storing means in which an inspection means stores two or more design bases which correspond to two or more pattern spaces, respectively in composition of test equipment of a printed circuit board concerning the 2nd invention, It has a selecting means which chooses a design basis corresponding to each pattern space from a design-basis storing means, and a judging means which judges existence of a defect of each pattern space based on a design basis with a selected selecting means.

[0018]In test equipment of a printed circuit board concerning the 3rd invention, two or more design

bases are stored in a design-basis storing means, according to a pattern space to be examined, a selecting means chooses a design-basis storing means to a design basis, and existence of a defect of a pattern space is judged by a judging means based on a selected design basis. Thereby, based on a design basis suitable for each pattern space, defective detection of each pattern space can be performed with optimal inspection accuracy.

[0019]Test equipment of a printed circuit board concerning the 4th invention, A design-basis storing means in which an inspection means stores a design basis common to each pattern space in composition of test equipment of a printed circuit board concerning the 2nd invention, It has a conversion method which changes a picture of each pattern space into a picture of resolution which was able to be defined beforehand, respectively, and a judging means which judges existence of a defect with the application of a design basis stored in a design-basis storing means to a picture of each pattern space obtained by a conversion method.

[0020]In test equipment of a printed circuit board concerning the 4th invention, a common design basis of each pattern space is stored in a design-basis storing means. And by changing resolution of each pattern space suitably, granularity of a picture of a pattern space to a common design basis is adjusted, and an inspection is conducted with inspection accuracy according to each pattern space. Thereby, existence of a defect is efficiently detectable with optimal inspection accuracy for every pattern space.

[0021]In composition of test equipment of a printed circuit board concerning the 1st invention, test equipment of a printed circuit board concerning the 5th invention is an acceptable value of a difference of a pixel value with a picture of a printed circuit board from which an inspecting standard was acquired by image comparison and an imaging means.

[0022]In this case, based on an acceptable value of a difference of a pixel value of an image comparison which is a regular picture, and a picture of a printed circuit board actually obtained by an imaging means, existence of a defect of a pattern space is correctly detectable.

[0023]Test equipment of a printed circuit board concerning the 6th invention, An acceptable value storing means which stores two or more acceptable values which are further provided with an image comparison storing means which stores an image comparison in composition of test equipment of a printed circuit board concerning the 5th invention, and to which an inspection means corresponds to two or more pattern spaces, respectively, A selecting means which chooses an acceptable value corresponding to each pattern space from an acceptable value storing means, A difference of a pixel value of a picture of each pattern space identified by an area identification means and an image comparison stored in an image comparison storing means is searched for, and it has a judging means which compares an acceptable value and a difference with a selected selecting means, and judges existence of a defect of each pattern space.

[0024]In test equipment of a printed circuit board concerning the 6th invention, a difference with a pixel value of an image comparison stored in an image comparison storing means and a picture picturized by imaging means is searched for. By a selecting means, an acceptable value corresponding to a pattern space is chosen from an acceptable value storing means, compares a difference of a selected acceptable value and a pixel value of an image comparison and a picture of a printed circuit board, and existence of a defect of each pattern space is judged. Thereby, an imaging range of a different printed circuit board from an image comparison can be judged as a defect using a suitable acceptable value.

[0025]Test equipment of a printed circuit board concerning the 7th invention, An acceptable value storing means which is further equipped with an image comparison storing means which stores an image comparison in composition of test equipment of a printed circuit board concerning the 5th invention and in which an inspection means stores an acceptable value common to each pattern space, A conversion method which changes a picture and an image comparison of each pattern space

into a picture of resolution which was able to be defined beforehand, A difference of a pixel value of a picture of each pattern space obtained by a conversion method and an image comparison corresponding to this is searched for, and it has a judging means which compares an acceptable value and a difference which were stored in an acceptable value storing means, and judges existence of a defect in each pattern space.

[0026]In this case, a regular picture of a printed circuit board is stored in an image comparison storing means as an image comparison, and a difference of a pixel value of this image comparison and a picture of a pattern space obtained by an imaging means is searched for. An acceptable value common to each pattern space is stored in an acceptable value storing means. The conversion method can change a picture and an image comparison of a printed circuit board into a picture of predetermined resolution according to a pattern space identified by an area identification means, can judge a grade of both difference based on an acceptable value with which a judging means was stored in an acceptable value storing means, and can detect a defect.

[0027]Test equipment of a printed circuit board concerning the 8th invention, In composition of test equipment of a printed circuit board concerning the 5th invention, it has the resolution according to each pattern space, And an acceptable value storing means which is further equipped with an image comparison storing means which stores two or more image comparisons which correspond to each pattern space, respectively and in which an inspection means stores an acceptable value common to each pattern space, A selecting means which chooses an image comparison corresponding to each pattern space from an image comparison storing means, A conversion method which changes a picture of each pattern space into a picture of resolution which was able to be defined beforehand, A difference of a pixel value of a picture of each pattern space obtained by a conversion method based on a pattern space identified by an area identification means and an image comparison with a selected selecting means is searched for, It has a judging means which judges existence of a defect in each pattern space by comparing an acceptable value and a difference which were stored in an acceptable value storing means.

[0028]In test equipment of a printed circuit board concerning the 8th invention, an image comparison for every pattern space which has the predetermined resolution according to each pattern space is stored in an image comparison storing means. An acceptable value common to each pattern space is stored in an acceptable value storing means. And if a pattern space of a picture of a printed circuit board obtained by an imaging means is identified, a conversion method will change a picture of a pattern space into a picture of resolution which was able to be defined beforehand, and an image comparison corresponding to this changed pattern space will be chosen by selecting means. And the judging means can detect existence of a defect of a pattern space correctly by searching for a difference of a pixel value of a picture of a printed circuit board, and an image comparison, and comparing with an acceptable value stored in an acceptable value storing means.

[0029]Test equipment of a printed circuit board concerning the 9th invention, In composition of test equipment of a printed circuit board concerning the 1st – the 8th one of inventions, an inspecting standard extends a severe pattern space to the pattern space side with a loose inspecting standard in a boundary part which two or more pattern spaces touch in an area identification means.

[0030]In this case, in a portion which a pattern space from which accuracy of an inspecting standard differs touches, erroneous detection and an oversight of a defect can be prevented by applying a severe inspecting standard.

[0031]An inspection method of a printed circuit board concerning the 10th invention, A process of picturizing a printed circuit board in which it is an inspection method of a printed circuit board which inspects existence of a defect of several pattern spaces from which a color differs mutually formed in a printed circuit board, and two or more pattern spaces were formed, A process of identifying each pattern space obtained by an imaging step based on a color of each pattern space of a printed circuit



board, It has a process of inspecting existence of a defect of each pattern space using an inspecting standard which was identified by a process of identifying a pattern space and which was beforehand established for every pattern space.

[0032]In an inspection method of a printed circuit board concerning the 10th invention, two or more pattern spaces formed in a printed circuit board use the characteristic of having a color different, respectively. That is, based on a color of each pattern space, each pattern space is identified to a picture of a printed circuit board obtained by picturizing a printed circuit board. And existence of a defect is inspected using a suitable inspecting standard for every pattern space by applying an inspecting standard beforehand established to each identified pattern space. For this reason, defective detection of a printed circuit board can be efficiently performed by applying a loose inspecting standard to a pattern space with which a minute defect also applies a severe inspecting standard to a pattern space made into a problem, and a comparatively big defect is permitted.

[0033]

[Embodiment of the Invention]Drawing 1 is a block diagram showing the composition of the test equipment of the printed circuit board by the example of this invention.

[0034]In drawing 1, the test equipment of a printed circuit board, It has the inspection section 4 which inspects the existence of the defect of the printed circuit board 1 based on the image data of the A/D conversion part 3 which changes into digital data the analog data of the picture outputted from the camera 2 for an input which picturizes the printed circuit board 1, and the camera 2 for an input, and the digitized printed circuit board 1.

[0035]The inspection section 4 contains the region dividing part 5 and the examining processing part 6. The region dividing part 5 acquires the area information which divides the picture of the printed circuit board 1 inputted from the camera 2 for an input into the picture of each pattern space, such as a wiring layer and a pad region, and shows the position of each pattern space. The examining processing part 6 inspects the existence of a defect with the application of the inspecting standard which was suitable for each pattern space of the printed circuit board according to the area information acquired in the region dividing part 5, respectively.

[0036]Next, actual operation is explained to an example in detail about the composition of the test equipment of a printed circuit board.

[0037]The test equipment of this printed circuit board makes the printed circuit board of the state in front of component mounting by which patterns, such as circuit patterns, such as a signal wire and a power source wire, a pad region, and a silk field, were formed on the substrate a subject of examination.

[0038]Drawing 2 is a figure showing the picture of the important section of the printed circuit board in front of component mounting obtained with the camera 2 for an input. Each pattern space of the circuit pattern field 11, the resist field 12, the pad region 13, and the silk field 14 is formed in the picture 10 of the printed circuit board of drawing 2. Drawing 3 – drawing 6 show the picture of the circuit pattern field 11 divided from the picture 10, respectively, the resist field 12, the pad region 13, and the silk field 14.

[0039][Processing operation of the region dividing part 5] The region dividing part 5 divides the picture of each pattern space by three ones which are shown below of processings based on the picture of the printed circuit board 1 incorporated from the camera 2 for an input for area division, and acquires area information.

[0040](1) The 1st area division processing drawing 7 is a flow chart of the 1st area division processing. the red (R) asked for the picture 10 of drawing 2 for every pixel, and green -- (G) and blue -- it is inputted as a pixel value of (B). Since each pattern spaces 11–14 on a printed circuit board differ in a component, respectively, they differ in the surface color. For this reason, the pixel values of each pixel of each pattern spaces 11–14 of the picture 10 also differ for every pattern space. Then, the picture

of each pattern spaces 11–14 can be divided from the picture 10 by dividing the pixel value of each pixel of the picture 10 in the suitable range (clustering).

[0041]First, it inputs as color data which consists the picture 10 of a printed circuit board of red for every pixel, and a green and blue pixel value with the cameras 2 for an input, such as a CCD (charge coupled device) camera (Step S1).

[0042]Next, based on the red for every pixel inputted from the CCD camera, and a green and blue pixel value, each pixel is arranged to red and a green and blue three-dimensional color space, and three-dimensional pixel distribution (classification-by-color cloth) is created. Drawing 8 is a pixel distribution map in a three-dimensional color space. In drawing 8, R axis shows the red component of a pixel, G axis shows the green component of a pixel, and B axis shows a part for Aoshige of a pixel. In this three-dimensional color space, it approaches, respectively, and the pixel 10a of the pattern space which has the same color serves as a lump, and is arranged (Step S2).

[0043]If pixel distribution of a three-dimensional color space is searched for, the pixel which has a pixel value which one dimension-izes pixel distribution of this three-dimensional color space, and is equivalent to each position of the arrangement of the one dimension-sized pixel value will create the frequency histogram which shows the frequency where it appears in the picture 10.

[0044]Drawing 9 is a figure showing a frequency histogram. In the frequency histogram of drawing 9, the horizontal axis shows the arranged position of the red and the green and blue pixel value which were one dimension-sized. That is, each arranged position is expressed with the red in a three-dimensional color space, and a green and blue pixel value. The vertical axis shows the frequency of occurrence of the pixel which has a pixel value in the arranged position of a horizontal axis.

[0045]When one dimension-izing pixel distribution of a three-dimensional color space, it becomes important to scan a three-dimensional color space so that the pixels which a pixel value approximates to the neighboring position on the arranged position of the pixel value one dimension-sized may gather. For this reason, a three-dimensional color space is scanned according to a space filling curve. A space filling curve is defined as a curve which passes along all the lattice points which fill predetermined space only once, and the Peano (Peano) curve, a Hilbert curve, etc. are contained in this.

[0046]Drawing 10 is a perspective view of the three-dimensional Peano curve. If the three-dimensional color space of drawing 8 is scanned along the Peano curve 19 of drawing 10, a three-dimensional color space can be uniformly scanned with fixed movement magnitude. For this reason, the pixel which the pixel value approximated in accordance with the scanning path can be gathered, and the one-dimensional frequency histogram which the peak area of the frequency of occurrence as shown in drawing 9 by it actualized can be obtained (Step S3).

[0047]Next, the number of partitions (cluster number) of a field is inputted. Here, in order to divide the picture 10 into drawing 3 – the four pattern spaces 11–14 of drawing 6, the cluster number “4” is inputted (step S4).

[0048]And it quadrisects based on the cluster number into which the classification-by-color cloth of each pixel of the picture 10 was inputted by the frequency histogram of drawing 9 with the application of the discriminant analysis method. In the frequency histogram of drawing 9, along the arranged position of the one-dimensional pixel value shown on a horizontal axis, the set portion (peak area) of the frequency of occurrence of a pixel distributes, and is formed. Then, based on the distribution shape of such a frequency histogram, the threshold for dividing the arranged position of a one-dimensional pixel value with the application of a discriminant analysis method is computed.

[0049]The discriminant analysis method is described by Vol.J63-DNo.4 and 349–356 pages in “automatic threshold selecting method based on distinction and least square standard” Otsu [ Nobuyuki ] work, the Institute of Electronics and Communication Engineers paper magazine, and April, 1980, for example. The method described by the paper concerned is a method of choosing a threshold

so that distribution between fields when a certain threshold divides a density histogram into two may serve as the maximum, when performing binarization processing of a monochrome multi gradation image. On the other hand, in this example, extend the discriminant analysis method in the binarization processing of the monochrome multi gradation image described by the paper concerned to multiple-value-ized processing of a color picture, and it is applied. A threshold is computed so that distribution between each field in the field (arranged position of a pixel value one-dimensional in this example) for which it asks in multiple-value-ized processing may become the maximum. In the example of drawing 9, the thresholds Th1–Th4 are computed (Step S5).

[0050]As shown in drawing 9, based on the computed thresholds Th1–Th4, the arranged position of a one-dimensional pixel value And the less than one threshold Th field A1, It is divided into four fields (cluster region) of the less than two one or more threshold ThTh field A2, less than three two or more threshold ThTh field A3, and less than four three or more threshold ThTh field A4. These four fields are equivalent to the circuit pattern field 11, the resist field 12, the pad region 13, and the silk field 14, respectively (Step S6).

[0051]Then, the red to each pixel of the picture 10 and a green and blue pixel value are compared with the red of the four fields A1 called for in Step S6 – the arranged position corresponding to A4 and a green and blue pixel value, it judges to which field each pixel of the picture 10 belongs, and all the pixels are classified into four fields. Thereby, the picture of each pattern space of the circuit pattern field 11, the resist field 12, the pad region 13, and the silk field 14 can be generated and divided from the picture 10.

[0052](2) The 2nd area division processing drawing 11 is a flow chart of the 2nd area division processing. In drawing 11, it inputs first as color data which consists the picture 10 of a printed circuit board of red for every pixel, and a green and blue pixel value with the cameras 2 for an input, such as a CCD camera (Step S11).

[0053]Next, each pixel of the inputted picture 10 is arranged to red and a green and blue three-dimensional color space, and three-dimensional distribution of a pixel is created (Step S12).

[0054]In order to represent the color of a large number which the picture 10 has based on the inputted color data of each pixel of the picture 10 with the representative color candidate of a predetermined number, a limited color specification algorithm is applied. The following three methods are used for a representative color candidate's selecting method using a limited color specification algorithm.

[0055]The 1st selecting method is the method of choosing the color of the predetermined number which created the frequency histogram showing the frequency of the color where it appears in the picture 10, and was chosen from order with the high frequency of occurrence as a representative color candidate. That is, the frequency of occurrence of the pixel in each locating position of a three-dimensional color space is counted. And the color of a predetermined number is chosen sequentially from the color of a pixel with the high frequency of occurrence, and let this be a representative color candidate of the picture 10. The color data of each pixel is transposed to the nearest representative color candidate's color data out of the representative color candidate of a predetermined number. Thereby, the color of hundreds contained in the picture 10 – number Rui Chigusa can be transposed to the representative color candidate of a predetermined number.

[0056]The 2nd selecting method is a method of using a color space linearity split plot experiment. A color space linearity split plot experiment is a method of dividing into linearity only the field over which the pixel of an original image is distributed in red, green, and blue space, and setting up a representative color candidate for every subspace of that, and drawing 12 is an explanatory view of this color space linearity split plot experiment.

[0057]First, as shown in drawing 12 (a), n (integer) division into equal parts of the distribution area of the pixel in alignment with the red axis R of a three-dimensional color space is done. Next, as shown

in drawing 12 (b),  $n$  (integer) division into equal parts of the distribution area of the pixel in alignment with the green axis G of a three-dimensional color space is done. As shown in drawing 12 (c),  $n$  (integer) division into equal parts of the distribution area of the pixel in alignment with the blue axis B of a three-dimensional color space is done. This divides the pixel distribution space of a three-dimensional color space into the subspace 8 of about  $n^3$ . And the central value of a color is calculated every subspace 8, and let this color be a representative color candidate.

[0058]The 3rd selecting method is the method of selecting a representative color candidate by performing one dimension-ization of pixel distribution of a three-dimensional color space using a space filling curve, and unifying the adjoining color. A space filling curve is defined as a curve which passes along the lattice point which fills predetermined space only once, and the Peano (Peano) curve, a Hilbert curve, etc. are contained in this. Drawing 8 is a pixel distribution map of a three-dimensional color space. Drawing 10 is a perspective view of the Peano curve. Drawing 13 is a figure showing a frequency histogram.

[0059]In this method, a three-dimensional color space is first scanned along the Peano curve shown in drawing 10, as shown in drawing 13, a rearrangement is carried out to a one-dimensional color space, and a frequency histogram is created. If a frequency histogram can be found, the color which adjoins along the arranged position of the color of a frequency histogram horizontal axis will be unified, and the arranged position of a color will be divided so that the frequency of occurrence of a pixel may become equal. And a representative color candidate is set up for every divided fields VS1-VSi.

[0060]By using either of the three above-mentioned methods, it can place and replace by the representative color candidate of a number who had the picture 10 which consists of a color of hundreds - number Rui Chigusa limited (Step S13).

[0061]It is preferred to ask beforehand as the number of representative color candidates according to the kind of picture 10. When the picture 10 was expressed by about 700 colors by the result of examination by this invention person, it was possible to have limited even to several percent of a color number actual as the number of representative color candidates. If the number of representative color candidates is limited too much, it will become difficult for the field divided from the picture 10 to become inaccurate, or to divide for every pattern space.

[0062]Next, the initial value and terminating condition which are used for the number of partitions (cluster number) of the field for dividing the picture 10 into two or more fields and the rearranging method mentioned later are inputted. For example, in this example, in order to divide the picture 10 into drawing 3 - the four pattern spaces 11-14 of drawing 6, "4" is inputted as a cluster number (Step S14).

[0063]And the three-dimensional color space where each pixel of the picture 10 transposed to the representative color candidate has been arranged based on the inputted cluster number is divided into four fields using the rearranging method (the K-mean method). Drawing 14 is an explanatory view of the area division by the rearranging method. In drawing 14, the sunspot shows typically the pixel 16 transposed to the representative color candidate in the three-dimensional color space 15.

[0064]First, in drawing 14 (a), "4" is specified the number of the fields to divide, and here. The initial value 17 of four inputted color data is set as the applicable position of the three-dimensional color space 15. And it computes whether each representative color candidate's pixel 16 is close to any of the four initial values 17, and all the representative color candidates' pixel 16 is divided into the four fields r1-r4 so that the pixel 16 of the representative color candidate near the same initial value 17 may be included. The parting line Y1 in drawing 14 (a) shows the boundary of these four fields r1-r4.

[0065]Next, in drawing 14 (b), the average value of the color data a representative color candidate's pixel 16 contained in each of the four divided fields r1-r4 is calculated, and this is set up as the center value 17a of the next new field. And it judges whether all the representative color candidates' pixel 16 is close to any of the four newly set-up center values 17a, and each representative color candidate's

pixel 16 is again divided into four field r1 a-r 4a. The parting line Y2 shows the boundary of four field r1 a-r 4a.

[0066]In drawing 14 (c), the above-mentioned processing is repeated, and is performed and the amount of change of the new center value for every processing ends repeated operation processing in the state where it became smaller than the value given by the terminating condition. Thereby, the representative color candidate's 6 pixel can be divided into four field r1 i-r 4i (Step S15).

[0067]The last center value 17i in each field divided into four is set up as a representative color. Thereby, four representative colors respectively corresponding to four region divisions are determined (Step S16).

[0068]And the color data of each pixel of the picture 10 is compared with the color data of four representative colors, and the color data of the representative color which approaches most is assigned to the color data of each pixel. Thereby, the picture 10 is respectively divided based on four color data which is each pixel (Step S17).

[0069](3) the 3rd area division \*\*\*\* -- this processing can be applied when the color of each pattern spaces 11-14 of the picture 10 of the printed circuit board 1 is known. Only the pattern space of a light filter and the same color can be extracted one by one by using a monochrome sensor as the camera 2 for an input, attaching the light filter of each pattern spaces 11-14 and the same color one by one in front of a monochrome sensor, and picturizing the printed circuit board 1.

[0070]With the application of publicly known methods, such as the rearranging method, area division processing may be performed instead of the above-mentioned area division processing.

[0071]In addition to the above-mentioned area division processing, the region dividing part 5 processes by making it grow fat to the boundary part of each divided pattern space.

[0072]The above (1) In the pattern spaces 11-14 obtained by processing of - (3), the boundary part of each pattern spaces 11-14 may be incorrectly identified by the quantization error of a picture, the error in the pattern formation process to a actual printed circuit board top, etc. If it inspects in such the state with the application of an inspecting standard different every pattern space 11-14, the erroneous detection of a defect and the leakage in detection will arise on the boundary of each pattern space. so, in the boundary part which the pattern spaces 11-14 adjoin, the pattern space to which a severer inspecting standard is applied is swollen to the pattern space side of another side -- it processes by making it grow fat (expansion processing).

[0073]Drawing 15 is fattened and is an explanatory view of processing. When the pad region 13 and the silk field 14 of the picture 10 have touched, the pad region 13 has [ in / drawing 15 (a) ] a severe inspecting standard of a defect compared with the silk field 14. Then, as shown in drawing 15 (b), it processes by fattening the pad region 13, and several pixels are expanded for the picture element position of the outermost periphery of the pad region 13 to the silk field 14 side. Thereby, to the extension 13a of the pad region 13, the inspecting standard for pad region 13 is applied, and the leakage in detection of a defect can be prevented to it.

[0074]What is necessary is just to make it process by fattening a pattern space with the severest inspecting standard to the boundary part with which three or more pattern spaces are in contact.

[0075][The composition of the examining processing part 6 and processing operation] Next, the examining processing part 6 conducts the inspection which applied an inspecting standard different every pattern space 11-14 to the examination image which picturized the printed circuit board 1 and was inputted from the camera 2 for an input. As an inspection method, the inspection method or comparison-checking method based on a design rule is applied. Hereafter, processing of an all directions method is explained.

[0076][1]the inspection method (1) based on a design rule -- the 1st inspection method drawing 16 is a block diagram of an examining processing part in which the 1st inspection method based on a design rule is applied. In drawing 16, the examination image 10 shows the picture of the printed circuit board

1 picturized with the camera 2 for an input for defect inspection, and the area information 20 shows the position on the examination image 10 of each pattern spaces 11-14 obtained by the above-mentioned region dividing part 5.

[0077]The examining processing part 6 consists of the design rule inspection section 21, the inspecting standard selecting part 22, and the inspecting standard storage 23. Two or more design rule A-N which corresponded to each pattern space as an inspecting standard is stored in the inspecting standard storage 23.

[0078]The inspecting standard selecting part 22 receives the area information 20 from the region dividing part 5, chooses design rule A-N according to each pattern space from the inspecting standard storage 23, and outputs it to the design rule inspection section 21.

[0079]In the design rule inspection section 21, each pixel of the examination image 10 is read one by one, the pattern space in which each pixel is contained based on the area information 20 is judged, and the existence of the defect of a pattern space is detected with the application of design rule A-N with the selected inspecting standard selecting part 22.

[0080]For example, when the design rule A in which a defective detection standard is comparatively loose when the pixel read from the examination image 10 belongs to the silk field 14 is chosen and a pixel belongs to the pad region 13, the design rule N in which a defective detection standard is comparatively severe is chosen. To the silk field 14 in which \*\*\*\*\* is not in the characteristic of the circuit formed in the printed circuit board 1 about influence by that cause, detection becomes possible also about a defect minute about the pad region 13 which can perform defective detection promptly and where a semiconductor chip is mounted, and poor generating can be prevented.

[0081]The defective detection about both middle is attained to the circuit pattern 11 and the resist field 12. Thus, according to the kind of each pattern spaces 11-14, defective detection can be efficiently performed with the application of a suitable design rule.

[0082](2) The 2nd inspection method drawing 17 is a block diagram of an examining processing part in which the 2nd inspection method based on a design rule is applied. In drawing 17, the examination image 10 shows the picture of the printed circuit board 1 picturized with the camera 2 for an input for defect inspection, and the area information 20 shows the position on the examination image 10 of each pattern spaces 11-14 obtained by the above-mentioned region dividing part 5.

[0083]The examining processing part 6 consists of the definition conversion part 25, the design rule inspection section 21, and the inspecting standard storage 23. The design rule A common to each pattern space is stored in the inspecting standard storage 23.

[0084]Although the design rule of the number according to the pattern space from which the inspection accuracy demanded differs was prepared beforehand and the method of choosing and applying for every pattern space was used in the 1st inspection method of the above, In the 2nd inspection method, a design rule is carried out in common and the method of changing the resolution of the picture of each pattern space so that a design rule may suit the inspection accuracy required of each pattern space is used.

[0085]The definition conversion part 25 reads each pixel of the examination image 10 of the printed circuit board 1 inputted through the camera 2 for an input, and the A/D conversion part 3 one by one, and judges whether each pixel belongs to which pattern space by the area information 20. And the definition conversion part 25 is changed into the picture of the resolution defined to each pattern space to two or more pixels contained in the same pattern space.

[0086]It changes into the resolution according to each pattern space by setting the input resolution of the camera 2 for an input as the resolution corresponding to the severest pattern space of the inspecting standard first as a converting method of resolution, incorporating the examination image 10, and performing infanticide processing for every pattern space. For example, the input resolution of the camera 2 for an input is set as the resolution corresponding to the severest pad region 13 of the

inspecting standard, the examination image 10 is incorporated, infanticide processing is performed about the pixel group of the circuit pattern 11, the resist field 12, and the silk field 14, and resolution is made coarse at this order.

[0087]The image pick-up magnification of the camera 2 for an input may be changed at given resolution instead of infanticide processing.

[0088]In the design rule inspection section 21, the existence of the defect of a pattern space is detected with the application of the design rule A stored in the inspecting standard storage 23 to each pixel of the examination image 10 from which resolution was changed based on the area information 20.

[0089]Defect inspection can be conducted with inspection accuracy which is different to each pattern spaces 11-14 by this using the common design rule A.

[0090][2]the inspection method (1) based on a comparison-checking method -- the 1st inspection method drawing 18 is a block diagram of an examining processing part in which the 1st inspection method based on a comparison-checking method is applied. In drawing 18, the examination image 10 shows the picture of the printed circuit board 1 picturized with the camera 2 for an input for defect inspection, The image comparison 30 shows the picture of the printed circuit board which has the regular pattern stored in the image comparison storage (not shown), and the area information 20 shows the position on the examination image 10 of each pattern spaces 11-14 obtained by the above-mentioned region dividing part 5.

[0091]The examining processing part 6 consists of the comparative inspection part 31, the inspecting standard selecting part 22, and the inspecting standard storage 32. Two or more inspecting standard value A-N corresponding to each pattern space is stored in the inspecting standard storage 32 as an inspecting standard. An inspecting standard value shows the acceptable value of the difference in the pixel value of the examination image 10 and the image comparison 30.

[0092]The inspecting standard selecting part 22 receives the area information 20 from the region dividing part 5, chooses inspecting standard value A-N according to each pattern spaces 11-14 from the inspecting standard storage 23, and outputs it to the comparative inspection part 31.

[0093]In the comparative inspection part 31, each pixel of the examination image 10 and each pixel of the image comparison 30 corresponding to this are read one by one, and the difference of the pixel value of both pixels is searched for. The existence of the defect of a pattern space is detected by choosing the inspecting standard value corresponding to the pattern space which judged simultaneously the pattern space in which each pixel is contained based on the area information 20, and was judged by the inspecting standard selecting part 22, and comparing the size of the difference of the selected inspecting standard value and a pixel value.

[0094]For example, when the pixel read from the examination image 10 belongs to the silk field 14. When an inspecting standard value comparatively small when a comparatively large inspecting standard value is applied and a pixel belongs to the pad region 13 is applied and a pixel belongs to the circuit pattern 11 or the resist field 12, the inspecting standard value of the size about middle is applied. Thereby, according to the kind of each pattern space, defective detection can be efficiently performed with the application of a suitable inspecting standard value.

[0095](2) The 2nd inspection method drawing 19 is a block diagram of an examining processing part in which the 2nd inspection method based on a comparison-checking method is applied. In drawing 19, the examination image 10 shows the picture of the printed circuit board 1 picturized with the camera 2 for an input for defect inspection, The image comparison 30 shows the picture of the printed circuit board 1 which has the regular pattern stored in the image comparison storage (not shown), and the area information 20 shows the position on the examination image 10 of each pattern spaces 11-14 obtained by the above-mentioned region dividing part 5.

[0096]The examining processing part 6 consists of the definition conversion part 25, the comparative

inspection part 31, and the inspecting standard storage 32. The inspecting standard value A common to each pattern space is stored in the inspecting standard storage 32.

[0097]Although the inspecting standard value of the number according to the pattern space from which the inspection accuracy demanded differs was prepared beforehand and the method of choosing and applying for every pattern space was used in the 1st inspection method, In the 2nd inspection method, the inspecting standard value was carried out in common, and suitable defective detecting accuracy is realized for every pattern space by changing the resolution of each pattern space suitably.

[0098]The definition conversion part 25 reads each pixel of the examination image 10 of the printed circuit board 1 inputted through the camera 2 for an input, and the A/D conversion part 3, and each pixel of the image comparison 30 prepared beforehand one by one, and judges whether each pixel belongs to which pattern space by the area information 20. And it changes so that it may become the resolution in which two or more pixel groups contained in the same pattern space were provided to each pattern space.

[0099]As a converting method of resolution, the input resolution of the camera 2 for an input is set as the resolution corresponding to the severest pattern space of the inspecting standard, the examination image 10 is incorporated, each pattern space is identified, and it changes into the resolution according to each pattern space by performing infanticide processing for every pattern space.

[0100]In the comparative inspection part 31, the difference of each pixel value of the examination image 10 and the image comparison 30 from which resolution was changed based on the area information 20 is searched for, and the existence of the defect of a pattern space is detected as compared with the inspecting standard value A stored in the verification condition storage 23.

[0101](3) The 3rd inspection method drawing 20 is a block diagram of an examining processing part in which the 3rd inspection method based on a comparison-checking method is applied. In drawing 20, the examination image 10 shows the picture of the printed circuit board 1 picturized with the camera 2 for an input for defect inspection, Image comparison A-N shows the picture of each pattern space of the printed circuit board 1 which has the regular pattern stored in the image comparison storage 35, and the area information 20 shows the position on the examination image 10 of each pattern spaces 11-14 obtained by the above-mentioned region dividing part 5.

[0102]The examining processing part 6 consists of the definition conversion part 25, the image comparison selecting part 36, the comparative inspection part 31, and the inspecting standard storage 32. The inspecting standard value A common to each pattern space as an inspecting standard is stored in the inspecting standard storage 32.

[0103]Although the resolution of the examination image 10 and the image comparison 30 was changed and each pixel of both was measured with the 2nd inspection method of the above, image comparison A-N changed into predetermined resolution for every pattern space is beforehand prepared in the 3rd inspection method.

[0104]The definition conversion part 25 reads each pixel of the examination image 10 inputted through the camera 2 for an input, and the A/D conversion part 3 one by one, and judges whether each pixel belongs to which pattern space by the area information 20. And it changes so that it may become the resolution in which two or more pixel groups contained in the same pattern space were provided to each pattern space.

[0105]As a converting method of resolution, the 1st and 2nd inspection methods of the above and the same method are used.

[0106]The image comparison selecting part 36 chooses image comparison A-N of the pattern space to which each pixel of the examination image 10 read into the definition conversion part 25 belongs, and outputs it to the comparative inspection part 31.



[0107]In the comparative inspection part 31, the difference of each pixel value of the image comparison outputted from the examination image 10 and the image comparison selecting part 36 from which resolution was changed based on the area information 20 is searched for, and the existence of the defect of a pattern space is detected as compared with the inspecting standard value A stored in the inspecting standard storage 32.

[0108]As opposed to the printed circuit board in which several pattern spaces from which the inspection accuracy demanded differs by the above processing are intermingled, By identifying the color which two or more pattern spaces have, a pattern space can be separated correctly and defect inspection can be conducted with the application of an inspecting standard which is different for every pattern space using this separation result. Thereby, defect inspection of a pattern space can be efficiently conducted in exact and suitable accuracy to the printed circuit board 1 in front of component mounting.

[0109]In the above-mentioned example, the camera 2 for an input is equivalent to an imaging means, The region dividing part 5 is equivalent to an area identification means, and the examining processing part 6 is equivalent to an inspection means, The inspecting standard storage 23 is equivalent to a design-basis storing means, and the inspecting standard selecting part 22 and the image comparison selecting part 36 are equivalent to a selecting means, The design rule inspection section 21 and the comparative inspection part 31 are equivalent to a judging means, the image comparison storage 35 is equivalent to an image comparison storing means, the inspecting standard storage 32 is equivalent to an acceptable value storing means, and the definition conversion part 25 is equivalent to a conversion method.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

[Drawing 1] It is a block diagram of the test equipment of the printed circuit board by this invention.

[Drawing 2] It is a mimetic diagram of a printed circuit board.

[Drawing 3] It is a mimetic diagram of the circuit pattern field of a printed circuit board.

[Drawing 4] It is a mimetic diagram of the resist field of a printed circuit board.

[Drawing 5] It is a mimetic diagram of the pad region of a printed circuit board.

[Drawing 6] It is a mimetic diagram of the silk field of a printed circuit board.

[Drawing 7] It is a flow chart of the 1st area division method.

[Drawing 8] It is a pixel distribution map in a three-dimensional color space.

[Drawing 9] It is a figure showing a frequency histogram.

[Drawing 10] It is a perspective view of the three-dimensional Peano curve.

[Drawing 11] It is a flow chart of the 2nd area division method.

[Drawing 12] It is an explanatory view of a color space linearity split plot experiment.

[Drawing 13] It is a figure showing a frequency histogram.

[Drawing 14] It is an explanatory view of the area division by the rearranging method.

[Drawing 15] It is made to grow fat and is an explanatory view of processing.

[Drawing 16] It is a block diagram of an examining processing part in which the 1st inspection method based on a design rule is applied.

[Drawing 17] It is a block diagram of an examining processing part in which the 2nd inspection method based on a design rule is applied.

[Drawing 18] It is a block diagram of an examining processing part in which the 1st inspection method by a comparison-checking method is applied.

[Drawing 19] It is a block diagram of an examining processing part in which the 2nd inspection method based on a comparison-checking method is applied.

[Drawing 20] It is a block diagram of an examining processing part in which the 3rd inspection method based on a comparison-checking method is applied.

[Drawing 21] It is a figure showing the manufacturing process and inspection process of a printed circuit board.

**[Description of Notations]**

1 Printed circuit board

2 The camera for an input

4 Inspection section

5 Region dividing part

6 Examining processing part

10 Picture

11 Circuit pattern  
12 Resist field  
13 Pad region  
14 Silk field  
20 Area information  
21 Design rule inspection section  
22 Inspecting standard selecting part  
23 Inspecting standard storage  
25 Definition conversion part  
30 Image comparison  
31 Comparative inspection part  
32 Inspecting standard storage  
35 Image comparison storage  
36 Image comparison selecting part

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-337498

(43) 公開日 平成11年(1999)12月10日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>  
G 0 1 N 21/88

識別記号

F I  
G 0 1 N 21/88

F

審査請求 未請求 請求項の数10 OL (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平10-144481

(22) 出願日 平成10年(1998) 5月26日

(71) 出願人 000207551

大日本スクリーン製造株式会社

京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁

目天神北町1番地の1

(72) 発明者 佐々 泰志

京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神

北町1番地の1 大日本スクリーン製造株

式会社内

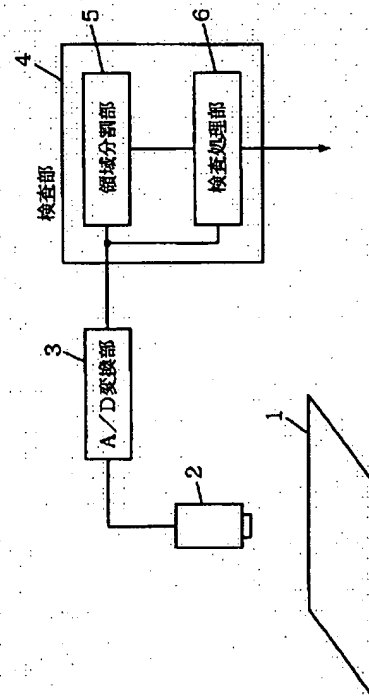
(74) 代理人 弁理士 福島 祥人

(54) 【発明の名称】 プリント基板の検査装置およびプリント基板の検査方法

(57) 【要約】

【課題】 部品実装直前のプリント基板におけるパターンの欠陥検査を行うプリント基板の検査装置および検査方法を提供する。

【解決手段】 プリント基板の検査装置は入力用カメラ2により撮像したプリント基板1の画像に対し、プリント基板1上のパターン領域を識別する領域分割部5と、各パターン領域に対し欠陥の検出処理を行う検査処理部6を有する検査部4を備える。領域分割部5は各パターン領域ごとに異なる色に基づいて領域情報を作成し、検査処理部6に出力する。検査処理部6は、各パターン領域ごとに異なるデザインルールを適用し、あるいはプリント基板1に対応する正規の参照画像との比較データを用いた比較検査法を適用し、各パターン領域ごとに適切な検査精度で欠陥の検出を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 プリント基板に形成された互いに色の異なる複数のパターン領域の欠陥の有無を検査するプリント基板の検査装置であって、

前記複数のパターン領域が形成された前記プリント基板を撮像する撮像手段と、

前記プリント基板の各パターン領域の色に基づいて、前記撮像手段により得られた前記プリント基板の画像から各パターン領域を識別する領域識別手段と、

前記領域識別手段により識別された各パターン領域ごとに予め定められた検査基準を用いて各パターン領域の欠陥の有無を検査する検査手段とを備えたことを特徴とするプリント基板の検査装置。

【請求項2】 前記検査基準は、パターンの幾何学的規則を規定する設計基準であることを特徴とする請求項1記載のプリント基板の検査装置。

【請求項3】 前記検査手段は、複数のパターン領域にそれぞれ対応する複数の設計基準を格納する設計基準格納手段と、

各パターン領域に対応した設計基準を前記設計基準格納手段から選択する選択手段と、

前記選択手段により選択された設計基準に基づいて各パターン領域の欠陥の有無を判定する判定手段とを備えたことを特徴とする請求項2記載のプリント基板の検査装置。

【請求項4】 前記検査手段は、各パターン領域に共通の設計基準を格納する設計基準格納手段と、

各パターン領域の画像をそれぞれ予め定められた解像度の画像に変換する変換手段と、

前記変換手段により得られた各パターン領域の画像に対して前記設計基準格納手段に格納された前記設計基準を適用して欠陥の有無を判定する判定手段とを備えたことを特徴とする請求項2記載のプリント基板の検査装置。

【請求項5】 前記検査基準は、参照画像と前記撮像手段により得られた前記プリント基板の画像との画素値の差の許容値であることを特徴とする請求項1記載のプリント基板の検査装置。

【請求項6】 参照画像を格納する参照画像格納手段をさらに備え、

前記検査手段は、複数のパターン領域にそれぞれ対応する複数の許容値を格納する許容値格納手段と、

各パターン領域に対応した許容値を前記許容値格納手段から選択する選択手段と、

前記領域識別手段により識別された各パターン領域の画像と前記参照画像格納手段に格納された前記参照画像との画素値の差を求め、前記選択手段により選択された許容値と前記差とを比較して各パターン領域の欠陥の有無を判定する判定手段とを備えたことを特徴とする請求項

5記載のプリント基板の検査装置。

【請求項7】 参照画像を格納する参照画像格納手段をさらに備え、

前記検査手段は、

各パターン領域に共通の許容値を格納する許容値格納手段と、

各パターン領域の画像および前記参照画像を予め定められた解像度の画像に変換する変換手段と、

前記変換手段により得られた各パターン領域の画像と、これに対応する参照画像との画素値の差を求め、前記許容値格納手段に格納された許容値と前記差とを比較して各パターン領域における欠陥の有無を判定する判定手段とを備えたことを特徴とする請求項5記載のプリント基板の検査装置。

【請求項8】 各パターン領域に応じた解像度を有し、かつ各パターン領域にそれぞれ対応する複数の参照画像を格納する参照画像格納手段をさらに備え、前記検査手段は、

各パターン領域に共通の許容値を格納する許容値格納手段と、

各パターン領域に対応した前記参照画像を前記参照画像格納手段から選択する選択手段と、

各パターン領域の画像を予め定められた解像度の画像に変換する変換手段と、

前記領域識別手段により識別されたパターン領域に基づいて前記変換手段により得られた各パターン領域の画像と前記選択手段により選択された前記参照画像との画素値の差を求め、前記許容値格納手段に格納された前記許容値と前記差とを比較することによって各パターン領域における欠陥の有無を判定する判定手段とを備えたことを特徴とする請求項5記載のプリント基板の検査装置。

【請求項9】 前記領域識別手段は、複数のパターン領域が接する境界部分において、前記検査基準が厳しいパターン領域を前記検査基準が緩やかなパターン領域側へ拡張することを特徴とする請求項1～8のいずれかに記載のプリント基板の検査装置。

【請求項10】 プリント基板に形成された互いに色の異なる複数のパターン領域の欠陥の有無を検査するプリント基板の検査方法であって、

前記複数のパターン領域が形成された前記プリント基板を撮像する工程と、

前記プリント基板の各パターン領域の色に基づいて前記撮像工程により得られた各パターン領域を識別する工程と、

前記パターン領域を識別する工程により識別された各パターン領域ごとに予め定められた検査基準を用いて各パターン領域の欠陥の有無を検査する工程とを備えたことを特徴とするプリント基板の検査方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、部品実装直前のプリント基板に形成されたパターンの欠陥検査を行うプリント基板の検査装置およびプリント基板の検査方法に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】図21は、プリント基板の製造工程および検査工程を示す図である。図21において、プリント基板は、CADデータ作成、パターン描画、基板へのパターン形成、積層・シルク印刷、および部品実装の各工程（ステップS21～S25）により製造される。

【0003】CADデータ作成工程（ステップS21）では、CAD（設計支援コンピュータソフトウェア）を使用して基板上に形成すべき信号線、電源線、GND線等の配線パターンやパッド領域のパターンを設計する。

【0004】パターン描画工程（ステップS22）では、CADにより得られたパターンデータに基づいて感光フィルムにパターンを描画してマスクを作成する。さらに、パターン形成工程（ステップS23）では、前工程で作成されたマスクを用いて基板の表面に銅薄膜の配線パターンを形成する。さらに、積層・シルク印刷工程（ステップS24）において、基板上に金メッキ領域やシルク領域を作成する。

【0005】ここまでの工程で、所定のパターンが形成されたプリント基板が完成する。さらに、部品実装工程（ステップS25）では、プリント基板上に半導体チップ等の電子部品が実装される。

【0006】上記のプリント基板の製造工程では、各工程に応じて種々の検査が行われている。すなわち、CADデータ作成工程後には、CADにより作成されたパターンが、パターンの線幅や線間等の寸法を定めたデザインルール（幾何学的設計規則）に合致しているか否かのデザインルール検査（ステップS31）が行われる。

【0007】また、パターン描画工程後には、フィルム検査機を用いて、フィルムに形成されたパターンの欠陥の有無を検出するフィルム検査（ステップS32）が行われる。

【0008】さらに、基板へのパターン形成工程後には、外観検査装置を用いて、基板上に形成された配線パターンの外観検査（ステップS33）が行われる。この工程では、対象となる配線パターンの種類に応じて異なる判定基準を適用した検査を行うことが好ましい。例えば、特開平2-66434号公報では、設計データ（CADデータ）を利用して信号線パターンとそれ以外の配線パターンとを分離して検査を行う方法が開示されている。また、特開平7-83848号公報では、細線化処理を行って信号線パターンとそれ以外の配線パターンとを分離して検査を行う方法が開示されている。

【0009】さらに、部品実装工程後には、部品の実装状態を確認する実装検査（ステップS34）が行われる。

【0010】なお、従来のプリント基板の製造工程では、積層・シルク印刷工程では検査機を使用した検査は行われておらず、検査員による目視検査により異物の付着の有無の確認が行われていた。

#### 【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、最近では、半導体チップ等の部品を基板上のパターンに直接搭載して実装する方法が用いられるようになってきている。このため、部品と直接接続されるパッド領域や配線領域にクラック（亀裂）やパターンの不良が生じると、製品不良が生じる。そこで、プリント基板上への部品実装工程（ステップS25）の直前において、プリント基板上のパターンの不良検査を行うことが望まれている。

【0012】本発明の目的は、部品実装直前のプリント基板におけるパターンの欠陥検査を行うプリント基板の検査装置およびプリント基板の検査方法を提供することである。

#### 【0013】

【課題を解決するための手段および発明の効果】第1の発明に係るプリント基板の検査装置は、プリント基板に形成された互いに色の異なる複数のパターン領域の欠陥の有無を検査するプリント基板の検査装置であって、複数のパターン領域が形成されたプリント基板を撮像する撮像手段と、プリント基板の各パターン領域の色に基づいて、撮像手段により得られたプリント基板の画像から各パターン領域を識別する領域識別手段と、領域識別手段により識別された各パターン領域ごとに予め定められた検査基準を用いて各パターン領域の欠陥の有無を検査する検査手段とを備えたものである。

【0014】第1の発明に係るプリント基板の検査装置においては、プリント基板に形成された複数のパターン領域がそれぞれ異なる色を有する特性を利用して検査を行なう。すなわち、プリント基板を撮像手段により撮像し、得られたプリント基板の画像に対し、各パターン領域の色に基づいて領域識別手段が各パターン領域を識別する。そして、検査手段は、領域識別手段が識別した各パターン領域に対して予め定められた検査基準を適用することにより、各パターン領域ごとに適切な検査精度で欠陥の有無を検査する。このため、微小な欠陥をも問題とされるパターン領域に対しては厳しい検査基準を適用し、また、比較的大きな欠陥が許容されるパターン領域に対しては緩やかな検査基準を適用することにより、プリント基板の欠陥検出を効率良く行なうことができる。

【0015】第2の発明に係るプリント基板の検査装置は、第1の発明に係るプリント基板の検査装置の構成において、検査基準が、パターンの幾何学的規則を規定する設計基準であるものである。

【0016】この場合、各パターン領域に適用された設計基準を用いて各パターン領域の欠陥検査が行なわれるため、各パターン領域が設計基準に従って正確に形成さ

れているか否かを検出することができる。

【0017】第3の発明に係るプリント基板の検査装置は、第2の発明に係るプリント基板の検査装置の構成において、検査手段が、複数のパターン領域にそれぞれ対応する複数の設計基準を格納する設計基準格納手段と、各パターン領域に対応した設計基準を設計基準格納手段から選択する選択手段と、選択手段により選択された設計基準に基づいて各パターン領域の欠陥の有無を判定する判定手段とを備えたものである。

【0018】第3の発明に係るプリント基板の検査装置においては、設計基準格納手段に複数の設計基準を格納し、検査対象のパターン領域に応じて選択手段が設計基準格納手段から設計基準を選択し、選択した設計基準に基づいてパターン領域の欠陥の有無が判定手段により判定される。これにより、各パターン領域に適した設計基準に基づいて最適な検査精度で各パターン領域の欠陥検出を行なうことができる。

【0019】第4の発明に係るプリント基板の検査装置は、第2の発明に係るプリント基板の検査装置の構成において、検査手段が、各パターン領域に共通の設計基準を格納する設計基準格納手段と、各パターン領域の画像をそれぞれ予め定められた解像度の画像に変換する変換手段と、変換手段により得られた各パターン領域の画像に対して設計基準格納手段に格納された設計基準を適用して欠陥の有無を判定する判定手段とを備えたものである。

【0020】第4の発明に係るプリント基板の検査装置においては、設計基準格納手段に各パターン領域の共通の設計基準を格納している。そして、各パターン領域の解像度を適宜変換することにより共通の設計基準に対するパターン領域の画像の粗さを調整し、各パターン領域に応じた検査精度で検査が行なわれる。これにより、各パターン領域ごとに最適な検査精度で効率良く欠陥の有無を検出することができる。

【0021】第5の発明に係るプリント基板の検査装置は、第1の発明に係るプリント基板の検査装置の構成において、検査基準が、参照画像と撮像手段により得られたプリント基板の画像との画素値の差の許容値であるものである。

【0022】この場合、正規の画像である参照画像と実際に撮像手段により得られたプリント基板の画像との画素値の差の許容値に基づいてパターン領域の欠陥の有無を正確に検出することができる。

【0023】第6の発明に係るプリント基板の検査装置は、第5の発明に係るプリント基板の検査装置の構成において、参照画像を格納する参照画像格納手段をさらに備え、検査手段が、複数のパターン領域にそれぞれ対応する複数の許容値を格納する許容値格納手段と、各パターン領域に対応した許容値を許容値格納手段から選択する選択手段と、領域識別手段により識別された各パター

ン領域の画像と参照画像格納手段に格納された参照画像との画素値の差を求め、選択手段により選択された許容値と差とを比較して各パターン領域の欠陥の有無を判定する判定手段とを備えたものである。

【0024】第6の発明に係るプリント基板の検査装置においては、参照画像格納手段に格納された参照画像と、撮像手段により撮像された画像の画素値との差が求められる。さらに、選択手段により、パターン領域に対応した許容値が許容値格納手段から選択され、選択された許容値と、参照画像とプリント基板の画像との画素値の差とを比較して各パターン領域の欠陥の有無が判定される。これにより、参照画像と異なるプリント基板の画像領域を適切な許容値を用いて欠陥として判定することができる。

【0025】第7の発明に係るプリント基板の検査装置は、第5の発明に係るプリント基板の検査装置の構成において、参照画像を格納する参照画像格納手段をさらに備え、検査手段が、各パターン領域に共通の許容値を格納する許容値格納手段と、各パターン領域の画像および参照画像を予め定められた解像度の画像に変換する変換手段と、変換手段により得られた各パターン領域の画像と、これに対応する参照画像との画素値の差を求め、許容値格納手段に格納された許容値と差とを比較して各パターン領域における欠陥の有無を判定する判定手段とを備えたものである。

【0026】この場合、参照画像格納手段にはプリント基板の正規の画像が参照画像として格納されており、この参照画像と撮像手段により得られたパターン領域の画像との画素値の差が求められる。また、許容値格納手段には、各パターン領域に共通の許容値が格納されている。変換手段は、領域識別手段により識別されたパターン領域に応じてプリント基板の画像と参照画像とを所定の解像度の画像に変換し、判定手段が許容値格納手段に格納された許容値に基づいて両者の差の程度を判定して欠陥を検出することができる。

【0027】第8の発明に係るプリント基板の検査装置は、第5の発明に係るプリント基板の検査装置の構成において、各パターン領域に応じた解像度を有し、かつ各パターン領域にそれぞれ対応する複数の参照画像を格納する参照画像格納手段をさらに備え、検査手段が、各パターン領域に共通の許容値を格納する許容値格納手段と、各パターン領域に対応した参照画像を参照画像格納手段から選択する選択手段と、各パターン領域の画像を予め定められた解像度の画像に変換する変換手段と、領域識別手段により識別されたパターン領域に基づいて変換手段により得られた各パターン領域の画像と選択手段により選択された参照画像との画素値の差を求め、許容値格納手段に格納された許容値と差とを比較することによって各パターン領域における欠陥の有無を判定する判定手段とを備えたものである。

【0028】第8の発明に係るプリント基板の検査装置においては、各パターン領域に応じた所定の解像度を有する各パターン領域ごとの参照画像が参照画像格納手段に格納されている。また、許容値格納手段には、各パターン領域に共通の許容値が格納されている。そして、撮像手段により得られたプリント基板の画像のパターン領域が識別されると、変換手段がパターン領域の画像を予め定められた解像度の画像に変換し、この変換されたパターン領域に対応する参照画像が選択手段により選択される。そして、判定手段はプリント基板の画像と参照画像との画素値の差を求め、許容値格納手段に格納された許容値と比較することによりパターン領域の欠陥の有無を正確に検出することができる。

【0029】第9の発明に係るプリント基板の検査装置は、第1～第8のいずれかの発明に係るプリント基板の検査装置の構成において、領域識別手段が、複数のパターン領域が接する境界部分において、検査基準が厳しいパターン領域を検査基準が緩やかなパターン領域側へ拡張するものである。

【0030】この場合、検査基準の精度が異なるパターン領域が接する部分では、厳しい検査基準が適用されることにより、欠陥の誤検出や見落としを防止することができる。

【0031】第10の発明に係るプリント基板の検査方法は、プリント基板に形成された互いに色の異なる複数のパターン領域の欠陥の有無を検査するプリント基板の検査方法であって、複数のパターン領域が形成されたプリント基板を撮像する工程と、プリント基板の各パターン領域の色に基づいて撮像工程により得られた各パターン領域を識別する工程と、パターン領域を識別する工程により識別された各パターン領域ごとに予め定められた検査基準を用いて各パターン領域の欠陥の有無を検査する工程とを備えたものである。

【0032】第10の発明に係るプリント基板の検査方法においては、プリント基板に形成された複数のパターン領域がそれぞれ異なる色を有する特性を利用している。すなわち、プリント基板を撮像し、得られたプリント基板の画像に対し、各パターン領域の色に基づいて各パターン領域を識別する。そして、識別された各パターン領域に対して予め定められた検査基準を適用することにより、各パターン領域ごとに適切な検査基準を用いて欠陥の有無を検査する。このため、微小な欠陥も問題とされるパターン領域に対しては厳しい検査基準を適用し、また、比較的大きな欠陥が許容されるパターン領域に対しては緩やかな検査基準を適用することにより、プリント基板の欠陥検出を効率良く行なうことができる。

【0033】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の実施例によるプリント基板の検査装置の構成を示すブロック図である。

【0034】図1において、プリント基板の検査装置

は、プリント基板1を撮像する入力用カメラ2、入力用カメラ2から出力される画像のアナログデータをデジタルデータに変換するA/D変換部3およびデジタル化されたプリント基板1の画像データに基づいてプリント基板1の欠陥の有無を検査する検査部4を備えている。

【0035】さらに、検査部4は、領域分割部5および検査処理部6を含む。領域分割部5は、入力用カメラ2から入力されたプリント基板1の画像を配線層やパッド領域などの各パターン領域の画像に分割して各パターン領域の位置を示す領域情報を得る。また、検査処理部6は、領域分割部5において得られた領域情報に応じてプリント基板の各パターン領域にそれぞれ適した検査基準を適用して欠陥の有無を検査する。

【0036】次に、実際の動作を例にプリント基板の検査装置の構成について詳細に説明する。

【0037】このプリント基板の検査装置は、基板上に信号線、電源線などの配線パターン、パッド領域およびシルク領域などのパターンが形成された部品実装直前の状態のプリント基板を検査対象とする。

【0038】図2は、入力用カメラ2により得られた部品実装直前のプリント基板の要部の画像を示す図である。図2のプリント基板の画像10には、配線パターン領域11、レジスト領域12、パッド領域13およびシルク領域14の各パターン領域が形成されている。また、図3～図6は、それぞれ画像10から分割された配線パターン領域11、レジスト領域12、パッド領域13およびシルク領域14の画像を示している。

【0039】〔領域分割部5の処理動作〕領域分割部5は、領域分割のために入力用カメラ2から取り込まれたプリント基板1の画像に基づいて、以下に示す3つのいずれかの処理により各パターン領域の画像を分割して領域情報を得る。

【0040】(1) 第1の領域分割処理

図7は、第1の領域分割処理のフローチャートである。図2の画像10は、各画素ごとに求められた赤(R)、緑(G)、青(B)の画素値として入力される。プリント基板上の各パターン領域11～14は、それぞれ構成材料が異なるため、表面の色が異なっている。このため、画像10の各パターン領域11～14の各画素の画素値もパターン領域ごとに異なる。そこで、画像10の各画素の画素値を適切な範囲で分割(クラスタリング)することによって画像10から各パターン領域11～14の画像を分割することができる。

【0041】まず、CCD(電荷結合素子)カメラ等の入力用カメラ2によりプリント基板の画像10を各画素ごとの赤、緑、青の画素値からなる色データとして入力する(ステップS1)。

【0042】次に、CCDカメラから入力された各画素ごとの赤、緑、青の画素値に基づいて各画素を赤、緑、青の3次元色空間に配置して3次元の画素分布(色分



布)を作成する。図8は3次元色空間における画素分布図である。図8において、R軸は画素の赤成分を示し、G軸は画素の緑成分を示し、B軸は画素の青成分を示している。この3次元色空間においては、同じ色を有するパターン領域の画素10aがそれぞれ近接して塊となって配置されている(ステップS2)。

【0043】3次元色空間の画素分布が求められると、この3次元色空間の画素分布を1次元化し、1次元化された画素値の配列の各位置に相当する画素値を有する画素が画像10中に出現する頻度を示す頻度ヒストグラムを作成する。

【0044】図9は、頻度ヒストグラムを示す図である。図9の頻度ヒストグラムにおいて、横軸は1次元化された赤、緑、青の画素値の配列位置を示している。すなわち、各配列位置は3次元色空間での赤、緑、青の画素値で表される。また、縦軸は横軸の配列位置における画素値を有する画素の出現頻度を示している。

【0045】3次元色空間の画素分布を1次元化する場合、1次元化される画素値の配列位置上の近隣位置に画素値が近似する画素が集合するように3次元色空間を走査することが重要となる。このために、スペースフィリング曲線に従って3次元色空間を走査する。スペースフィリング曲線とは、所定の空間を満たす全ての格子点を一度だけ通るような曲線として定義されるものであり、例えばペアノ(Peano)曲線やヒルベルト曲線等がこれに含まれる。

【0046】図10は、3次元のペアノ曲線の斜視図である。図10のペアノ曲線19に沿って図8の3次元色空間を走査すると、3次元色空間を一定の移動量で均等に走査することができる。このため、走査経路に沿って画素値の近似した画素を集合し、それによって図9に示すような出現頻度のピーク領域が顕在化した1次元の頻度ヒストグラムを得ることができる(ステップS3)。

【0047】次に、領域の分割数(クラスタ数)を入力する。ここでは、画像10を図3～図6の4つのパターン領域11～14に分割するため、クラスタ数「4」を入力する(ステップS4)。

【0048】そして、図9の頻度ヒストグラムに判別分析法を適用して画像10の各画素の色分布を入力されたクラスタ数に基づいて4分割する。図9の頻度ヒストグラムでは、横軸に示す1次元の画素値の配列位置に沿って画素の出現頻度の集合部分(ピーク領域)が分散して形成されている。そこで、このような頻度ヒストグラムの分布形状に基づいて、判別分析法を適用して1次元の画素値の配列位置を分割するための閾値を算出する。

【0049】判別分析法は、例えば「判別および最小2乗基準に基づく自動閾値選定法」大津展之著、電子通信学会論文誌、1980年4月、Vol. J63-DN、4、349～356頁に記述されている。当該論文に記述された方法は、モノクロ多階調画像の2値化処理

を行う場合に、ある閾値によって濃度ヒストグラムを2つに分割した場合の領域間の分散が最大となるように閾値を選ぶ方法である。これに対し、本実施例では、当該論文に記述されたモノクロ多階調画像の二値化処理における判別分析法をカラー画像の多値化処理に拡張して適用したものであり、多値化処理において求める領域(本実施例では1次元の画素値の配列位置)における各領域間の分散が最大になるように閾値を算出する。図9の例では、閾値Th1～Th4が算出される(ステップS5)。

【0050】そして、図9に示すように、算出した閾値Th1～Th4に基づいて1次元の画素値の配列位置が閾値Th1未満の領域A1と、閾値Th1以上Th2未満の領域A2と、閾値Th2以上Th3未満の領域A3と、閾値Th3以上Th4未満の領域A4の4つの領域(クラスタ領域)に分割される。この4つの領域は、それぞれ配線パターン領域11、レジスト領域12、パッド領域13およびシルク領域14に相当する(ステップS6)。

【0051】その後、画像10の各画素に対する赤、緑、青の画素値と、ステップS6において求められた4つの領域A1～A4に対応する配列位置の赤、緑、青の画素値とを比較し、画像10の各画素がどの領域に属するかを判定して全ての画素を4つの領域に分類する。これにより、画像10から配線パターン領域11、レジスト領域12、パッド領域13およびシルク領域14の各パターン領域の画像を生成・分割することができる。

【0052】(2)第2の領域分割処理

図11は、第2の領域分割処理のフローチャートである。図11において、まず、CCDカメラ等の入力用カメラ2によりプリント基板の画像10を各画素ごとの赤、緑、青の画素値からなる色データとして入力する(ステップS11)。

【0053】次に、入力された画像10の各画素を赤、緑、青の3次元色空間に配置して画素の3次元分布を作成する(ステップS12)。

【0054】さらに、入力された画像10の各画素の色データに基づいて画像10が有する多数の色を所定数の代表色候補で代表させるために、限定色表示アルゴリズムを適用する。限定色表示アルゴリズムを用いた代表色候補の選定方法には次の3つの方法が用いられる。

【0055】第1の選定方法は、画像10において出現する色の頻度を表した頻度ヒストグラムを作成し、出現頻度の高い順から選択した所定数の色を代表色候補として選択する方法である。すなわち、3次元色空間の各配置位置における画素の出現頻度をカウントする。そして、出現頻度の高い画素の色から順に所定数の色を選択し、これを画像10の代表色候補とする。さらに、各画素の色データを、所定数の代表色候補の中から最も近い代表色候補の色データに置き換える。これにより、画像

10に含まれる数百〜数千種類の色を所定数の代表色候補に置き換えることができる。

【0056】第2の選定方法は、色空間線形分割法を用いる方法である。色空間線形分割法は、赤、緑、青色空間内で原画像の画素が分布している領域だけを線形に分割してその部分空間ごとに代表色候補を設定する方法であり、図12はこの色空間線形分割法の説明図である。

【0057】まず、図12(a)に示すように、3次元色空間の赤色軸Rに沿う画素の分布領域を $n$ (整数)等分する。次に、図12(b)に示すように、3次元色空間の緑色軸Gに沿う画素の分布領域を $n$ (整数)等分する。さらに、図12(c)に示すように、3次元色空間の青色軸Bに沿う画素の分布領域を $n$ (整数)等分する。これにより、3次元色空間の画素分布空間をほぼ $n^3$ の部分空間8に分割する。そして、部分空間8ごとに色の代表値を求め、この色を代表色候補とする。

【0058】第3の選定方法は、スペースフィリング曲線を用いて3次元色空間の画素分布の1次元化を行い、隣接する色を統合することによって代表色候補を選定する方法である。スペースフィリング曲線とは、所定の空間を満たす格子点を一度だけ通るような曲線として定義されるものであり、例えばペアン(Peano)曲線やヒルベルト曲線等がこれに含まれる。図8は3次元色空間の画素分布図である。図10はペアン曲線の斜視図である。さらに、図13は、頻度ヒストグラムを示す図である。

【0059】この方法では、まず3次元色空間を図10に示すペアン曲線に沿って走査し、図13に示すように1次元の色空間に再配列して頻度ヒストグラムを作成する。頻度ヒストグラムが求まると、頻度ヒストグラム横軸の色の配列位置に沿って隣接する色を統合し、画素の出現頻度が等しくなるように色の配列位置を分割する。そして、分割した領域 $V S_1 \sim V S_i$ 毎に代表色候補を設定する。

【0060】上記の3つの方法のいずれかを用いることにより、数百〜数千種類の色からなる画像10を限定された数の代表色候補によって置き換えることができる(ステップS13)。

【0061】なお、代表色候補の数としては、画像10の種類に応じて予め求めておくことが好ましい。本発明者による検討の結果では、画像10が700色程度で表現されている場合には、代表色候補の数として実際の色数の数%にまで限定することが可能であった。なお、代表色候補の数を過度に限定すると、画像10から分割される領域が不正確となったり、パターン領域毎に分割することが困難となる。

【0062】次に、画像10を複数の領域に分割するための領域の分割数(クラスタ数)、後述する再配置法に用いる初期値および終了条件を入力する。例えば、本実施例では、画像10を図3〜図6の4つのパターン領域

11〜14に分割するため、クラスタ数として「4」を入力する(ステップS14)。

【0063】そして、入力されたクラスタ数に基づいて、代表色候補に置き換えられた画像10の各画素が配置された3次元色空間を再配置法(K-mean法)を用いて4つの領域に分割する。図14は再配置法による領域分割の説明図である。図14において、黒点は3次元色空間15における代表色候補に置き換えられた画素16を模式的に示している。

【0064】まず、図14(a)において、分割する領域の数、ここでは「4」を指定する。また、入力された4つの色データの初期値17を3次元色空間15の該当位置に設定する。そして、各代表色候補の画素16が4つの初期値17のいずれに近いかを算出し、同じ初期値17に近い代表色候補の画素16を含むように全ての代表色候補の画素16を4つの領域 $r_1 \sim r_4$ に分割する。図14(a)中の分割線Y1はこの4つの領域 $r_1 \sim r_4$ の境界を示している。

【0065】次に、図14(b)において、分割された4つの領域 $r_1 \sim r_4$ のそれぞれに含まれる代表色候補の画素16の色データの平均値を求め、これを次の新たな領域の中心値17aとして設定する。そして、全ての代表色候補の画素16が新たに設定された4つの中心値17aのいずれに近いかを判定し、各代表色候補の画素16を再び4つの領域 $r_{1a} \sim r_{4a}$ に分割する。分割線Y2は4つの領域 $r_{1a} \sim r_{4a}$ の境界を示している。

【0066】さらに、図14(c)において、上記の処理を繰り返し行い、各処理ごとの新たな中心値の変動量が、終了条件で与えられた値よりも小さくなった状態で、繰り返し演算処理を終了する。これにより、代表色候補6の画素を4つの領域 $r_{1i} \sim r_{4i}$ に分割することができる(ステップS15)。

【0067】さらに、4つに分割された各領域における最終の中心値17iを代表色として設定する。これにより、4つの分割領域にそれぞれ対応した4つの代表色が決定される(ステップS16)。

【0068】そして、画像10の各画素の色データと4つの代表色の色データとを比較し、最も近接する代表色10の色データを各画素の色データに割り付ける。これにより、画像10が各画素の4つの色データに基づいて各々分割される(ステップS17)。

【0069】(3)第3の領域分割処理

この処理は、プリント基板1の画像10の各パターン領域11〜14の色が既知の場合に適用することができる。入力用カメラ2としてモノクロセンサを使用し、モノクロセンサの前に各パターン領域11〜14と同色のカラーフィルタを順次取り付けてプリント基板1を撮像することにより、カラーフィルタと同色のパターン領域のみを順次抽出することができる。

【0070】なお、上記の領域分割処理の代わりに、再配置法などの公知の方法を適用して領域分割処理を行ってもよい。

【0071】さらに、領域分割部5は、上記の領域分割処理に加え、分割された各パターン領域の境界部分に対して太らせ処理を行う。

【0072】上記(1)～(3)の処理により得られたパターン領域11～14では、画像の量子化誤差や実際のプリント基板上へのパターン形成プロセスでの誤差等によって各パターン領域11～14の境界部分が不正確に識別されている場合がある。このような状態で各パターン領域11～14ごとに異なる検査基準を適用して検査を行うと、各パターン領域の境界で欠陥の誤検出や検出漏れが生じる。そこで、パターン領域11～14が隣接する境界部分では、より厳しい検査基準が適用されるパターン領域を他方のパターン領域側に膨らませる太らせ処理(膨張処理)を行う。

【0073】図15は、太らせ処理の説明図である。図15(a)において、例えば画像10のバッド領域13とシルク領域14とが接している場合、バッド領域13はシルク領域14に比べて欠陥の検査基準が厳しい。そこで、図15(b)に示すように、バッド領域13に太らせ処理を行い、バッド領域13の最外周の画素位置を数画素分をシルク領域14側に拡大する。これにより、バッド領域13の拡張部13aには、バッド領域13用の検査基準が適用され、欠陥の検出漏れを防止することができる。

【0074】なお、3つ以上のパターン領域が接している境界部分には、最も検査基準が厳しいパターン領域に太らせ処理を行わせればよい。

【0075】[検査処理部6の構成および処理動作]次に、検査処理部6は、入力用カメラ2からプリント基板1を撮像して入力された検査画像に対して、各パターン領域11～14ごとに異なる検査基準を適用した検査を行う。検査方法としては、デザインルールに基づく検査方法または比較検査法が適用される。以下、各方法の処理について説明する。

【0076】〔1〕デザインルールに基づく検査方法  
(1)第1の検査方法

図16は、デザインルールに基づく第1の検査方法が適用される検査処理部のブロック図である。図16において、検査画像10は、欠陥検査のために入力用カメラ2により撮像されたプリント基板1の画像を示し、領域情報20は上記の領域分割部5により得られた各パターン領域11～14の検査画像10上の位置を示している。

【0077】また、検査処理部6は、デザインルール検査部21、検査基準選択部22および検査基準格納部23からなる。検査基準格納部23には、検査基準として各パターン領域に対応した複数のデザインルールA～Nが格納されている。

【0078】検査基準選択部22は、領域分割部5から領域情報20を受け取り、各パターン領域に応じたデザインルールA～Nを検査基準格納部23から選択してデザインルール検査部21に出力する。

【0079】デザインルール検査部21では、検査画像10の各画素を順次読み込み、領域情報20に基づいて各画素が含まれるパターン領域を判定し、検査基準選択部22により選択されたデザインルールA～Nを適用してパターン領域の欠陥の有無を検出する。

【0080】例えば、検査画像10から読み込まれた画素がシルク領域14に属する場合には、欠陥検出基準が比較的ゆるやかなデザインルールAが選択され、また画素がバッド領域13に属する場合には、欠陥検出基準が比較的厳しいデザインルールNが選択される。それにより、プリント基板1に形成される回路の特性に影響を及ぼさないシルク領域14に対しては、欠陥検出を迅速に行うことができ、また半導体チップが実装されるバッド領域13については微小な欠陥についても検出可能となり、不良の発生を防止することができる。

【0081】さらに、配線パターン11およびレジスト領域12に対しては、両者の中間程度の欠陥検出が可能となる。このように、各パターン領域11～14の種類に応じて適切なデザインルールを適用して欠陥検出を効率良く行うことができる。

【0082】(2)第2の検査方法

図17は、デザインルールに基づく第2の検査方法が適用される検査処理部のブロック図である。図17において、検査画像10は、欠陥検査のために入力用カメラ2により撮像されたプリント基板1の画像を示し、領域情報20は上記の領域分割部5により得られた各パターン領域11～14の検査画像10上の位置を示している。

【0083】検査処理部6は、解像度変換部25、デザインルール検査部21および検査基準格納部23からなる。検査基準格納部23には、各パターン領域に共通のデザインルールAが格納されている。

【0084】上記第1の検査方法では、要求される検査精度の異なるパターン領域に応じた数のデザインルールを予め用意し、パターン領域ごとに選択して適用する方法を用いたが、第2の検査方法では、デザインルールを共通にし、各パターン領域に要求される検査精度にデザインルールが適合するように各パターン領域の画像の解像度を変換する方法が用いられる。

【0085】解像度変換部25は、入力用カメラ2およびA/D変換部3を通して入力されたプリント基板1の検査画像10の各画素を順次読み込み、領域情報20により各画素が何れのパターン領域に属するかを判定する。そして、解像度変換部25は同一のパターン領域に含まれる複数の画素に対し、各パターン領域に対して定められた解像度の画像に変換する。

【0086】解像度の変換方法としては、まず入力用カ

メラ2の入力分解能を検査基準の最も厳しいパターン領域に対応した分解能に設定して検査画像10を取り込み、各パターン領域ごとに間引き処理を施すことによって、各パターン領域に応じた解像度に変換する。例えば、入力用カメラ2の入力分解能を検査基準の最も厳しいパッド領域13に対応した分解能に設定して検査画像10を取り込み、配線パターン11、レジスト領域12およびシルク領域14の画素群については間引き処理を施して、この順に解像度を粗くする。

【0087】また、間引き処理の代わりに解像度ごとに入力用カメラ2の撮像倍率を変換してもよい。

【0088】デザインルール検査部21では、領域情報20に基づいて解像度が変換された検査画像10の各画素に対して検査基準格納部23に格納されたデザインルールAを適用してパターン領域の欠陥の有無を検出する。

【0089】これにより、共通のデザインルールAを用いて各パターン領域11～14に対して異なる検査精度で欠陥検査を行うことができる。

【0090】〔2〕比較検査法に基づく検査方法

(1) 第1の検査方法

図18は、比較検査法に基づく第1の検査方法が適用される検査処理部のブロック図である。図18において、検査画像10は、欠陥検査のために入力用カメラ2により撮像されたプリント基板1の画像を示し、参照画像30は参照画像格納部(図示せず)に格納された正規のパターンを有するプリント基板の画像を示し、領域情報20は上記の領域分割部5により得られた各パターン領域11～14の検査画像10上の位置を示している。

【0091】検査処理部6は、比較検査部31、検査基準選択部22および検査基準格納部32からなる。検査基準格納部32には、検査基準として、各パターン領域に対応した複数の検査基準値A～Nが格納されている。検査基準値とは、検査画像10と参照画像30との画素値の差異の許容値を示すものである。

【0092】検査基準選択部22は、領域分割部5から領域情報20を受け取り、各パターン領域11～14に応じた検査基準値A～Nを検査基準格納部23から選択して比較検査部31に出力する。

【0093】比較検査部31では、検査画像10の各画素とこれに対応する参照画像30の各画素とを順次読み込み、両画素の画素値の差を求める。同時に、領域情報20に基づいて各画素が含まれるパターン領域を判定し、検査基準選択部22により判定したパターン領域に対応する検査基準値を選択し、選択した検査基準値と画素値の差の大きさを比較することによってパターン領域の欠陥の有無を検出する。

【0094】例えば、検査画像10から読み込まれた画素がシルク領域14に属する場合には、比較的大きい検査基準値が適用され、また画素がパッド領域13に属す

る場合には、比較的小さい検査基準値が適用され、画素が配線パターン11またはレジスト領域12に属する場合には、中間程度の大きさの検査基準値が適用される。それにより、各パターン領域の種類に応じて適切な検査基準値を適用して欠陥検出を効率良く行うことができる。

【0095】(2) 第2の検査方法

図19は、比較検査法に基づく第2の検査方法が適用される検査処理部のブロック図である。図19において、検査画像10は欠陥検査のために入力用カメラ2により撮像されたプリント基板1の画像を示し、参照画像30は参照画像格納部(図示せず)に格納された正規のパターンを有するプリント基板1の画像を示し、領域情報20は上記の領域分割部5により得られた各パターン領域11～14の検査画像10上の位置を示している。

【0096】検査処理部6は、解像度変換部25、比較検査部31および検査基準格納部32からなる。検査基準格納部32には、各パターン領域に共通の検査基準値Aが格納されている。

【0097】第1の検査方法では、要求される検査精度の異なるパターン領域に応じた数の検査基準値を予め用意し、パターン領域ごとに選択して適用する方法を用いたが、第2の検査方法では、検査基準値を共通にし、各パターン領域の解像度を適宜変換することによって各パターン領域ごとに適切な欠陥検出精度を実現している。

【0098】解像度変換部25は、入力用カメラ2およびA/D変換部3を通して入力されたプリント基板1の検査画像10の各画素および予め用意された参照画像30の各画素を順次読み込み、領域情報20により各画素が何れのパターン領域に属するかを判定する。そして、同一のパターン領域に含まれる複数の画素群を、各パターン領域に対して定められた解像度となるように変換する。

【0099】解像度の変換方法としては、入力用カメラ2の入力分解能を検査基準の最も厳しいパターン領域に対応した分解能に設定して検査画像10を取り込み、各パターン領域を識別し、各パターン領域ごとに間引き処理を施すことによって各パターン領域に応じた解像度に変換する。

【0100】比較検査部31では、領域情報20に基づいて解像度が変換された検査画像10および参照画像30の各画素値の差を求め、検査条件格納部23に格納された検査基準値Aと比較してパターン領域の欠陥の有無を検出する。

【0101】(3) 第3の検査方法

図20は、比較検査法に基づく第3の検査方法が適用される検査処理部のブロック図である。図20において、検査画像10は欠陥検査のために入力用カメラ2により撮像されたプリント基板1の画像を示し、参照画像A～Nは参照画像格納部35に格納された正規のパターンを

有するプリント基板1の各パターン領域の画像を示し、領域情報20は上記の領域分割部5により得られた各パターン領域11～14の検査画像10上の位置を示している。

【0102】検査処理部6は、解像度変換部25、参照画像選択部36、比較検査部31および検査基準格納部32からなる。検査基準格納部32には、検査基準として各パターン領域に共通の検査基準値Aが格納されている。

【0103】上記第2の検査方法では、検査画像10および参照画像30の解像度を変換して、両者の各画素を比較したが、第3の検査方法では、各パターン領域ごとに所定の解像度に変換された参照画像A～Nを予め用意している。

【0104】解像度変換部25は、入力用カメラ2およびA/D変換部3を通して入力された検査画像10の各画素を順次読み、領域情報20により各画素が何れのパターン領域に属するかを判定する。そして、同一のパターン領域に含まれる複数の画素群を、各パターン領域に対して定められた解像度となるように変換する。

【0105】解像度の変換方法としては、上記第1および第2の検査方法と同様の方法が用いられる。

【0106】参照画像選択部36は、解像度変換部25に読み込まれる検査画像10の各画素が属するパターン領域の参照画像A～Nを選択し、比較検査部31に出力する。

【0107】比較検査部31では、領域情報20に基づいて解像度に変換された検査画像10および参照画像選択部36から出力された参照画像の各画素値の差を求め、検査基準格納部32に格納された検査基準値Aと比較してパターン領域の欠陥の有無を検出する。

【0108】以上の処理により、要求される検査精度が異なる複数のパターン領域が混在するプリント基板に対し、複数のパターン領域が有する色を識別することによりパターン領域を正確に分離し、この分離結果を用いて各パターン領域ごとに異なる検査基準を適用して欠陥検査を行うことができる。これにより、部品実装直前のプリント基板1に対して、パターン領域の欠陥検査を正確にかつ適切な精度で効率良く行うことができる。

【0109】なお、上記実施例においては、入力用カメラ2が撮像手段に相当し、領域分割部5が領域識別手段に相当し、検査処理部6が検査手段に相当し、検査基準格納部23が設計基準格納手段に相当し、検査基準選択部22および参照画像選択部36が選択手段に相当し、デザインルール検査部21および比較検査部31が判定手段に相当し、参照画像格納部35が参照画像格納手段に相当し、検査基準格納部32が許容値格納手段に相当し、解像度変換部25が変換手段に相当する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるプリント基板の検査装置のブロッ

ク図である。

【図2】プリント基板の模式図である。

【図3】プリント基板の配線パターン領域の模式図である。

【図4】プリント基板のレジスト領域の模式図である。

【図5】プリント基板のパッド領域の模式図である。

【図6】プリント基板のシルク領域の模式図である。

【図7】第1の領域分割方法のフローチャートである。

【図8】3次元色空間における画素分布図である。

【図9】頻度ヒストグラムを示す図である。

【図10】3次元のベアノ曲線の斜視図である。

【図11】第2の領域分割方法のフローチャートである。

【図12】色空間線形分割法の説明図である。

【図13】頻度ヒストグラムを示す図である。

【図14】再配置法による領域分割の説明図である。

【図15】太らせ処理の説明図である。

【図16】デザインルールに基づく第1の検査方法が適用される検査処理部のブロック図である。

【図17】デザインルールに基づく第2の検査方法が適用される検査処理部のブロック図である。

【図18】比較検査法による第1の検査方法が適用される検査処理部のブロック図である。

【図19】比較検査法に基づく第2の検査方法が適用される検査処理部のブロック図である。

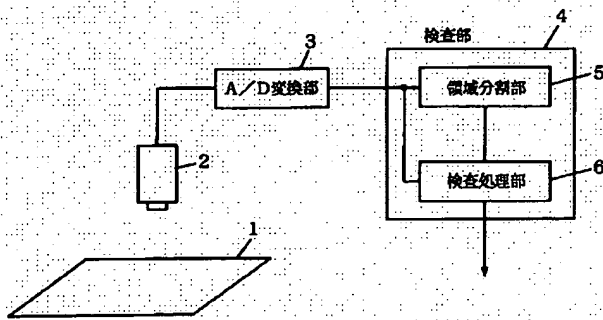
【図20】比較検査法に基づく第3の検査方法が適用される検査処理部のブロック図である。

【図21】プリント基板の製造工程および検査工程を示す図である。

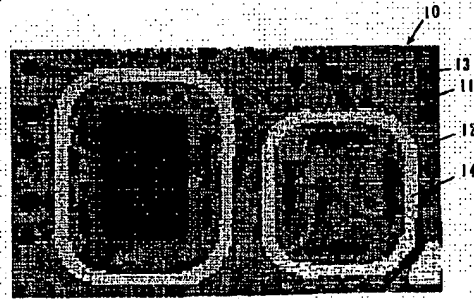
【符号の説明】

- 1 プリント基板
- 2 入力用カメラ
- 4 検査部
- 5 領域分割部
- 6 検査処理部
- 10 画像
- 11 配線パターン
- 12 レジスト領域
- 13 パッド領域
- 14 シルク領域
- 20 領域情報
- 21 デザインルール検査部
- 22 検査基準選択部
- 23 検査基準格納部
- 25 解像度変換部
- 30 参照画像
- 31 比較検査部
- 32 検査基準格納部
- 35 参照画像格納部
- 36 参照画像選択部

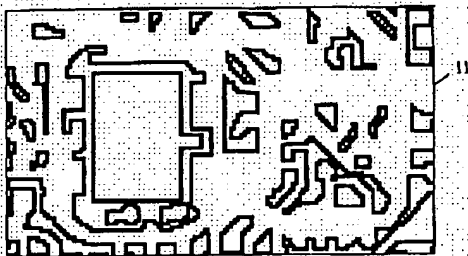
【図1】



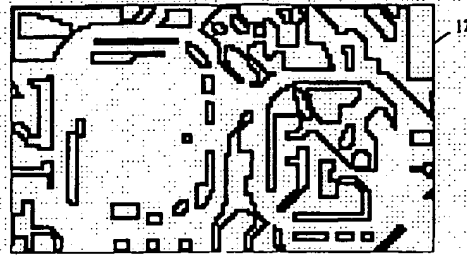
【図2】



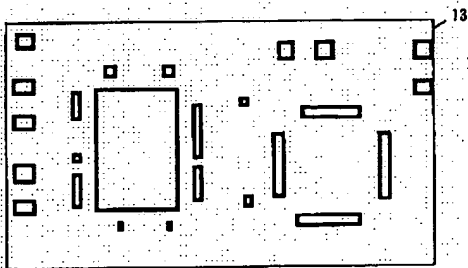
【図3】



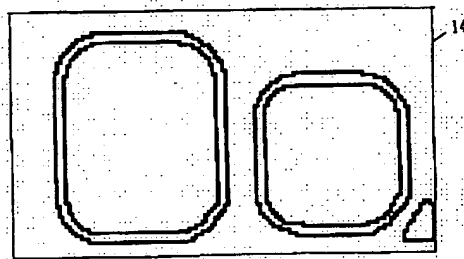
【図4】



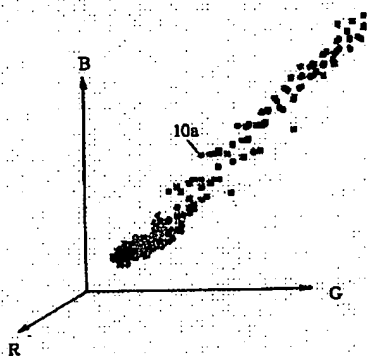
【図5】



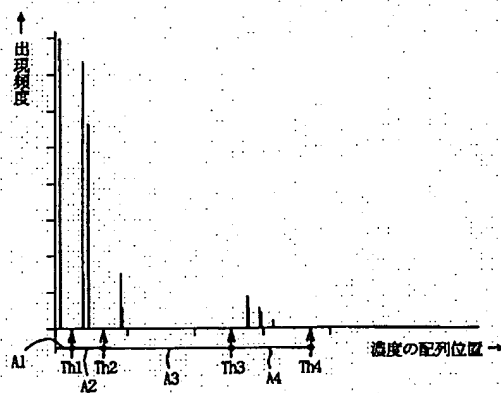
【図6】



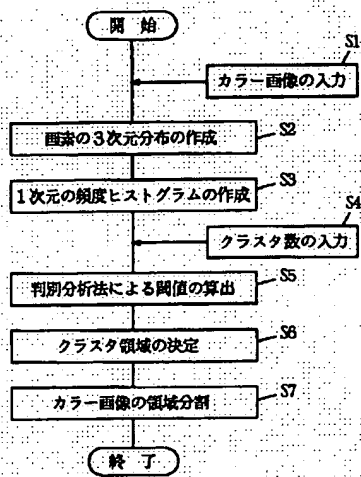
【図8】



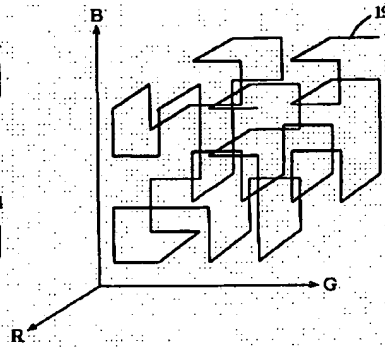
【図9】



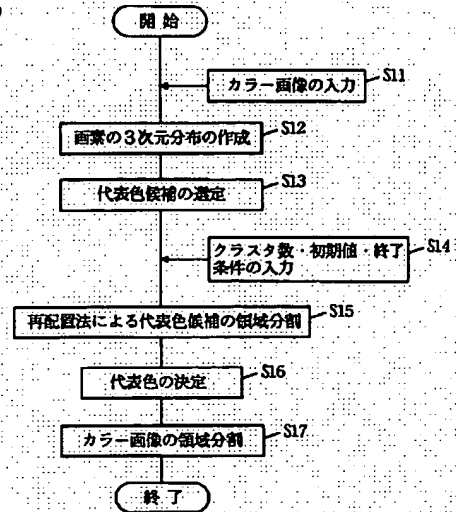
【図7】



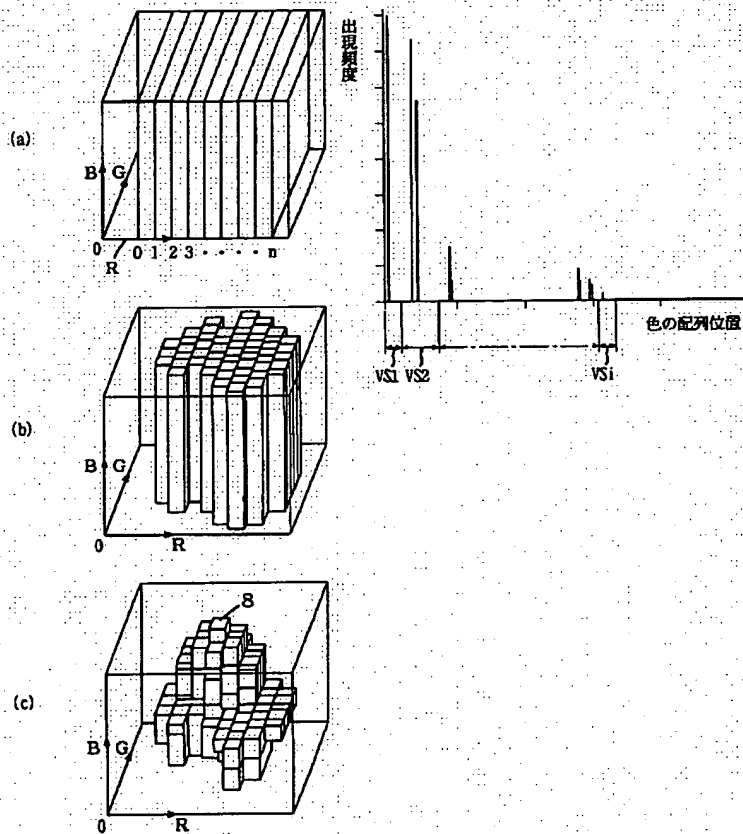
【図10】



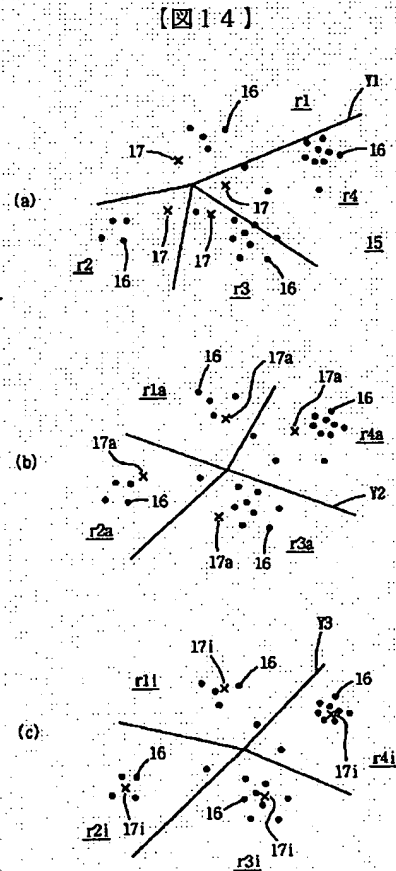
【図11】



【図12】

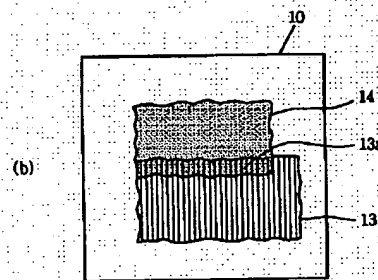
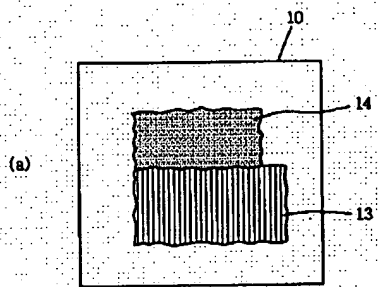


【図13】

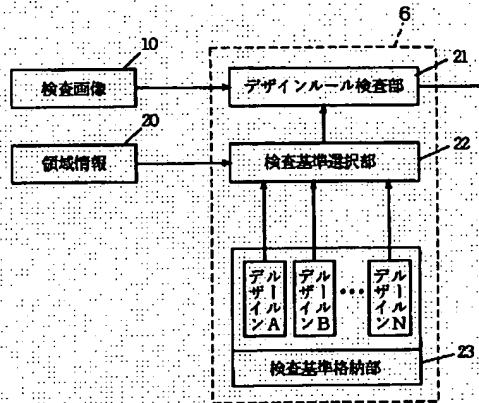




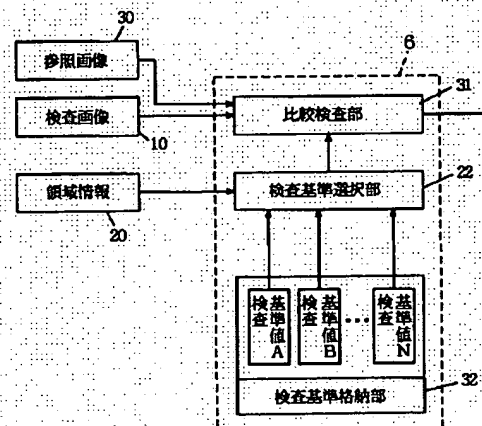
【図15】



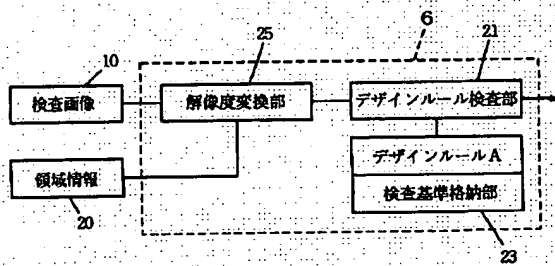
【図16】



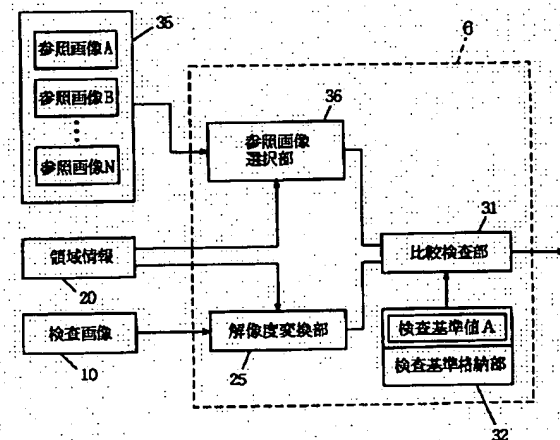
【図18】



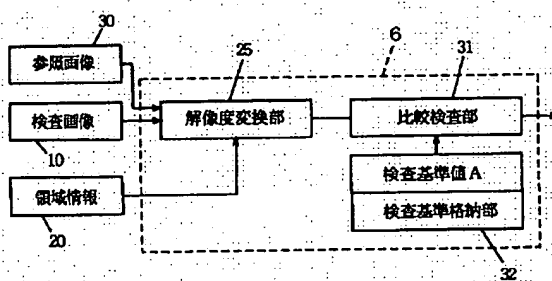
【図17】



【図20】



【図19】





【図21】

